Encyklopädie

des

gesamten Eisenbahnwesens

in alphabetischer Anordnung.

Herausgegeben von

Dr. Victor Röll,

Generaldirektionsrat der österr. Staatsbahnen,

unter redaktioneller Mitwirkung des Oberingenieurs

Carl Wurmb,

Vorstand des steiermärkischen Landeseisenbahnamts,

und in Verbindung mit

Abt, Askenasy, Barkhausen, Bernstein, Birk, Bissinger, v. Borries, Dr. Freiherr v. Buschmann, Busse, Dr. Buzzi, Claus, Dr. Cohn, Dr. Decher, Dietler, Dolezalek, Doppler, Ebermayer, Ebert, Dr. Eger, Eisner, Fenten, Dr. Forchheimer, Frank, Funk, Gerstel, Geul, Dr. Gintl, Gleim, Göring, Dr. Groß, Hauck, Dr. Karl Haushofer, Dr. Max Haushofer, Heindl, Hentzen, Heusinger von Waldegg, Dr. Hilse, Hubert, Jungbecker, Jüttner, Karplus, Kecker, Keller, Kienesperger, Kirchweger, Kohlfürst, Dr. Kolisko, Kolster, Kreuter, Kühlwetter, Lang, Dr. Lange von Burgenkron, Launhardt, Dr. Lehr, Leonhardi, Dr. von der Leyen, Loewe, Manderla, Marek, Maurer, Mayr, Dr. Mecklenburg, Melan, Meyer, Middelberg, Neblinger, v. Oesfeld, v. Ow, Perk, Perner, Pintzger, Plessner, Pollack, Rank, v. Romocki, Rübenach, Rybař, v. Ržiha, Salomon, Sax, Schima, Julius Schreiber, Dr. Karl Schreiber, Schuster, Schützenhofer, Seidel, v. Seydewitz, Seyschab, Simon, Spängler, Spitzer, Spitzner, Dr. L. v. Stein, Dr. Steinbach, Steiner, Storkenfeld, Sundt, Ulbricht, Ulrich, Dr. Urbino, Dr. Voit, Walzel, Dr. Wedding, Wehrenfennig, Dr. Wehrmann, Wetz, Dr. Wittmann, Woyciechowski, Dr. Ziffer u. A.

Zweiter Band.

Betrieb bis **Deutsche Eisenbahnen.**

Mit 530 Originalholzschnitten, [redacted] und 2 Eisenbahnkarten.

Wien.

Druck und Verlag von Carl Gerold's Sohn.

1890.

Zweites Verzeichnis der Mitarbeiter an der Encyklopädie des Eisenbahnwesens.

Abt, Ingenieur in Luzern.
Askenasy, Ingenieur in Frankfurt a. M.
Barkhausen, Regierungsbaumeister, Professor an der kgl. techn. Hochschule zu Hannover.
Bernstein, Ingenieur der Great Eastern Railway in London.
Birk, diplom. Ingenieur in Cilli.
Bissinger, Baurat in Karlsruhe.
Borries, von, Eisenbahnbauinspektor in Hannover.
Buschmann, Freiherr von, Dr., Regierungsrat, Oberinspektor der k. k. Generalinspektion der österr. Eisenbahnen in Wien.
Busse, Maschinenchef in Aarhus.
Buzzi, Dr., technischer Konsulent der Lagerhausgesellschaft in Triest.
Claus, Regierungs- und Baurat in Kiel.
Cohn, Dr., Professor der Universität in Göttingen.
Decher, Dr., Professor am eidg. Polytechnikum in Zürich.
Dietler, Direktor der Gotthard-Bahn in Luzern.
Dolezalek, geh. Regierungsrat, Professor und Rektor der kgl. techn. Hochschule in Hannover.
Doppler, k. k. Oberbaurat in Wien.
Ebermayer, Regierungsdirektor, Vorstand der Bauabtheilung der kgl. bayr. Staatseisenbahnen in München.
Ebert, Brückeningenieur bei den kgl. bayr. Staatseisenbahnen in München.
Eger, Dr., Regierungsrat und Docent an der Universität in Breslau.
Eisner, kais. Rat und Oberinspector der gal. Carl Ludwig-Bahn in Wien.
Fenten, Betriebsinspektor der kgl. preuß. Staatseisenbahnen in Köln.
Forchheimer, Dr., Professor an der techn. Schule in Konstantinopel.
Frank, Professor an der kgl. techn. Hochschule in Hannover.
Funk, geh. Regierungsrat, Oberbaurat a. D. in Hannover. †
Geul, Professor an der kgl. techn. Hochschule in München.
Gintl, Dr., k. k. Regierungsrat, Centralinspektor der Lemberg-Czernowitz-Jassy-Eisenbahn a. D. in Wien.
Gleim, geh. Oberregierungsrat und vortragender Rat im kgl. preuß. Ministerium der öffentlichen Arbeiten in Berlin.
Göring, Professor an der kgl. techn. Hochschule in Berlin.
Groß, Dr., Privatdocent an der k. k. Universität in Wien.
Hauck, Oberinspektor der kgl. bayr. Staatseisenbahnen in Zuteilung beim kgl. Ministerium des Äussern in München.
Haushofer, Karl, Dr., Professor und derzeit Direktor an der kgl. techn. Hochschule in München.
Haushofer, Max, Dr., Professor an der kgl. techn. Hochschule in München.
Heindl, Oberinspektor der k. k. Generalinspektion der österr. Eisenbahnen in Wien.
Hentzen, kgl. Regierungsbaumeister in Hannover.
Heusinger von Waldegg, Oberingenieur in Hannover. †
Hilse, Dr., Professor an der kgl. techn. Hochschule in Berlin.
Hubert, Chefingenieur der belgischen Staatsbahnen in Brüssel.
Jungbecker, kgl. Betriebsinspektor in Hamburg.
Jüllig, diplom. Ingenieur, Docent an der technischen Hochschule in Wien.
Jüttner, Regierungs- und Baurat in Altona.
Kecker, Betriebsdirektor der elsaß-lothringischen Eisenbahnen in Metz.
Keller, Ingenieur der österr.-ung. Staatseisenbahngesellschaft in Budapest.
Kienesperger, Oberingenieur der k. k. österr. Staatsbahnen in Wien.
Kirchweger, Maschinendirektor in Hannover.
Kohlfürst, Oberingenieur a. D. in Prag.
Kolisko, Dr., Beamter der k. k. österr. Staatsbahnen in Wien.
Kolster, Oberingenieur in Helsingfors.
Kreuter, Professor an der kgl. techn. Hochschule in München.
Kühlwetter, geh. Regierungsrat in Köln.

Lang, Oberingenieur der k. k. österr. Staatsbahnen in Wien.
Lange von Burgenkron, Dr., Regierungsrat, Oberinspektor der k. k. Generalinspektion der österr. Eisenbahnen in Wien. †
Launhardt, geh. Regierungsrat, Professor an der kgl. techn. Hochschule in Hannover.
Lehr, Dr., Professor an der kgl. techn. Hochschule in München.
Leonhardi, Obermaschinenmeister a. D. in Köln.
Leyen, von der, Dr., geh. Oberregierungsrat und vortragender Rat im kgl. preuß. Ministerium der öffentlichen Arbeiten in Berlin.
Loewe, Professor an der kgl. techn. Hochschule in München.
Manderla, Professor an der kgl. techn. Hochschule in München. †
Marek, Karl, Inspektor der k. k. österr. Staatsbahnen in Wien.
Maurer, Rechnungsrat im kgl. ungar. Kommunikationsministerium in Budapest.
Mayr, Ingenieur der k. k. österr. Staatsbahnen in Wien.
Mecklenburg, Dr., kgl. Eisenbahnbauinspector in Frankfurt a. M.
Melan, Professor an der techn. Hochschule in Brünn.
Meyer, Georg, Professor an der kgl. techn. Hochschule in Berlin.
Middelberg, Direktor der niederländischen Eisenbahngesellschaft von Süd-Afrika in Transvaal.
Neblinger, Werkstättenvorstand der österr. Staatsbahnen in Knittelfeld.
Oesfeld, von, kgl. Eisenbahnassessor a. D. in Berlin.
Ow, von, Inspektor der k. k. österr. Staatsbahnen in Wien.
Perk, Artillerie-Major a. D., Mitglied der permanenten Militärkommission der niederländischen Eisenbahnen in Amsterdam.
Perner, Oberinspektor bei der k. k. Generalinspektion der österr. Eisenbahnen in Wien.
Pintzger, Professor an der kgl. techn. Hochschule in Aachen.
Plessner, Baurat in Gotha.
Pollack, Oberingenieur der k. k. österr. Staatsbahnen in Wien.
Rank, Ingenieur der k. k. österr. Staatsbahnen in Wien.
Romocki, von, Sekretär des internationalen Dienstes der großen russ. Eisenbahngesellschaft in St. Petersburg.
Rübenach, Sekretär des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen in Berlin.
Rybař, Centralinspektor der österr. Nordwestbahn in Wien.
Rziha, von, Professor an der techn. Hochschule in Wien.
Salomon, Regierungsbaumeister, Professor an der kgl. techn. Hochschule in Aachen.
Sax, Dr., Professor an der deutschen Universität in Prag.
Schima, Oberingenieur der Buschtěhrader Eisenbahn in Prag.
Schreiber, J., Centralinspektor der Lemberg-Czernowitz-Jassy-Eisenbahn a. D. in Wien.
Schreiber, K., Dr., Sekretär der k. k. österr. Staatsbahnen in Wien.
Schuster, Maschinenfabriksdirektor in Wien.
Schützenhofer, kais. Rat, Oberinspektor der k. k. österr. Staatsbahnen in Wien.
Seidel, Direktionsrat der kgl. bayr. Staatsbahnen in München.
Seydewitz, von, Finanzrat der sächs. Staatseisenbahnen in Dresden.
Seyschab, Generaldirektionsrat der k. k. österr. Staatsbahnen in Wien.
Simon, Rechnungsrat, Vorstand des Materialwesens der elsaß-lothringischen Eisenbahnen in Straßburg.
Spängler, Assistent an der techn. Hochschule in Wien.
Spitzer, Ingenieur der Kaiser Ferdinands-Nordbahn in Wien.
Spitzner, Oberingenieur der k. k. österr. Staatsbahnen in Wien.
Stein, Lorenz von, Dr., emer. Professor an der k. k. Universität in Wien.
Steinbach, Dr., k. k. Sektionschef im österr. Justizministerium in Wien.
Steiner, Professor an der deutschen techn. Hochschule in Prag.
Storkenfeld, Maschinendirektor in Stockholm.
Stuttgardter, Ingenieur der bayr. Staatsbahnen in München.
Sundt, kgl. Eisenbahnsekretär a. D. in Berlin.
Ulbricht, Direktor des statistischen Bureau der kgl. sächsischen Staatseisenbahnen in Dresden.
Ulrich, geh. Regierungsrat und vortragender Rat im kgl. preuß. Ministerium der öffentlichen Arbeiten in Berlin.
Urbino, Dr., Inspektor der spanischen Staatsbahnen in Madrid.
Voit, Dr., Professor an der techn. Hochschule in München.
Walzel, Sekretär der Commission für die internationale Eisenbahnstatistik in Wien.
Wedding, Dr., geh. Oberregierungsrat in Berlin.
Wehrenfennig, Oberingenieur der österr. Nordwestbahn in Wien.
Wehrmann, Dr., Generaldirektionsrat der kgl. bayr. Staatseisenbahnen in München.
Wetz, Oberbaurat im hessischen Finanzministerium in Darmstadt.
Wittmann, Dr., Professor an der kgl. techn. Hochschule in München.
Woyciechowski, Civilingenieur in Paris.
Ziffer, Dr., Beamter der k. k. österr. Staatsbahnen in Wien.

Fick, Über den Begriff des Betriebs auf Eisenbahnen u. Dampfschiffen nach den Bundesgesetzen, betreffend die Haftpflicht bei Tötungen u. Verletzungen, Zürich 1878; Sax, Die Eisenbahnen, Wien 1879; Koch, Der Betriebsdienst, Wiesbaden 1879; Pollaczek, Der Sekundärbetrieb normalspuriger Bahnen, Zürich 1879; Bartels, Betriebseinrichtungen auf amerikanischen Eisenbahnen, Berlin 1879; La Gournerie, Etudes économiques sur l'exploitation des chemins de fer, Paris 1880; Proudhon, Réformes dans l'exploitation des chemins de fer, Paris 1880; Textor, Dienstvorschriften f. d. äußeren Betriebsdienst auf den englischen Eisenbahnen, Berlin 1882; Brioschi et Genala, Extrait du rapport de la commission d'enquête parlementaire sur l'exploitation des chemins de fer Italiens, Paris 1882; Brosius & Koch, Schule für den äußeren Betrieb, Wiesbaden 1883; Gostkowski, Theorie des Eisenbahnbetriebs mit Bezug auf die Praxis, Lemberg 1883; Picard, Les chemins de fer français, Paris 1883 bis 1885 (6 Bände); Weber, Schule des Eisenbahnwesens, Leipzig 1885; Ivatts, Railway management at stations, London 1885; Brosius, Erinnerungen an die Eisenbahnen der Vereinigten Staaten, Wiesbaden 1885; Picard, Traité des chemins de fer, Paris 1885—1887; Frank, Betrieb englischer Bahnen, Wien 1886; Hostmann, Der Bau und Betrieb der Schmalspurbahnen, Wiesbaden; Endemann, Das Recht der Eisenbahnen, Leipzig 1886; Lefèvre et Cerbelaud, Les chemins de fer, Paris 1887. Dr. Röll.

Betriebsabteilung, z. B. bei den badischen, bayrischen und württembergischen Staatsbahnen, sowie bei einzelnen anderen Verwaltungen vorkommende Bezeichnung für jene Geschäftsabteilung der Centralverwaltungsstelle, welcher die Überwachung des Betriebsdienstes, sowie die Erledigung der dieser Stelle vorbehaltenen Angelegenheiten der Betriebsverwaltung zukommt.

Der Wirkungskreis der B. ist bei den einzelnen Verwaltungen ebenso verschieden, wie der Begriff, welchen man mit dem Ausdruck „Betrieb“ verbindet. Bald ist der B. nur der technische Stations- und Telegraphendienst unterstellt, bald sind ihr auch die Geschäfte des Zugförderungs- und Expeditionsdienstes, sowie jene der übrigen Zweige des Betriebsdienstes (Bahnerhaltung und Werkstättenwesen) zugewiesen.

Über den Wirkungskreis der B. bei einer Anzahl von Verwaltungen in verschiedenen Staaten s. Betriebsdienst.

Vereinzelt wird als B. (so z. B. bei der Verwaltung der Bachstein'schen Sekundärbahnen) eine für eine bestimmte Strecke eingesetzte Betriebsleitung bezeichnet. S. Administration, Betrieb, Betriebsdienst. Dr. Röll.

Betriebsamt (gebräuchliche Abkürzung für „Eisenbahnbetriebsamt“), eine mittlere Betriebsdienststelle im Organismus der preußischen Staatsbahnen; das B. ist eine der Eisenbahndirektion unterstehende Behörde, berufen zur Erledigung aller Geschäfte der laufenden Bau- und Betriebsverwaltung (einschließlich des Werkstättenbetriebs), soweit solche nicht der Direktion oder dem Minister vorbehalten sind.

Nach der Organisation der preußischen Staatseisenbahnverwaltung vom Jahr 1879 (a. h. Erlaß vom 24. November 1879, Eisenbahnverordnungsblatt 1880, S. 85), § 16 u. ff., gehören zum Wirkungskreis der B.:

a) die Bahnunterhaltung und Bahnaufsicht; hierfür werden eigene Bauinspektoren für bestimmte Teilstrecken zugewiesen, welchen auch die Handhabung der Bahnpolizei obliegt; in Unterordnung unter den Bauinspektoren fungieren Bahnmeister, Weichensteller, Wärter und Streckenarbeiter;

b) der Stations- und Zugsdienst; für diesen sind den B. die auf den Stationen und Haltestellen fungierenden Beamten unterstellt;

c) der Betriebsmaschinendienst mit eigenen Betriebsmaschineninspektoren;

d) der Expeditionsdienst mit den Billet-, Gepäck- und Güterexpeditionen;

e) der Hauptwerkstättendienst mit besonderen Maschineninspektoren;

f) die Materialverwaltung mit Magazinsverwaltungen;

g) der Telegraphenunterhaltungsdienst;

h) die Bauverwaltung, soweit selbe nicht unmittelbar durch die Direktion oder durch besondere Baukommissionen besorgt wird;

i) die Kassenverwaltung, für welche außer der Eisenbahnhauptkasse und den Eisenbahnbetriebskassen bei dem Betrieb Stations- und Expeditionskassen, beim Bau Specialbaukassen bestehen.

Innerhalb ihres Geschäftsbezirks und Geschäftskreises vertreten die B. die Verwaltung, der sie angehören, selbständig, gerichtlich und außergerichtlich dergestalt, daß auch ohne besonderen Auftrag, schon vermöge ihrer amtlichen Eigenschaft, durch ihre Rechtshandlungen die Verwaltung berechtigt und verpflichtet wird. Die B. besitzen auch die aktive und passive Prozeßlegitimation.

Ihre Geschäfte führen sie unter eigener Verantwortung und bedarf es in solchen keiner höheren Genehmigung; jedoch kann ihnen die vorgesetzte Direktion auch innerhalb ihres Wirkungskreises Aufträge erteilen, die sie befolgen müssen.

Jedes B. ist besetzt mit einem im Rang den Direktionsmitgliedern gleichstehenden Betriebsdirektor (s. d.) mit ständigen Hilfsarbeitern, von denen einer vom Minister mit der Vertretung des Direktors beauftragt ist, und je nach Bedürfnis auch mit unständigen Hilfsarbeitern.

Ständige Hilfsarbeiter sind namentlich auch Bau-, Betriebs- und Maschineninspektoren, die am Sitz des B. angestellt sind.

Die B. haben ein eigenes Betriebsbureau, welches in mehrere Unterabteilungen zerlegt sein kann, dann eine technische Abteilung zur Bearbeitung der Bausachen, Projekte etc., endlich Betriebs- und Verkehrscontroleure, erstere zur Beaufsichtigung des Fahr- und Stationsdienstes, letztere für Beaufsichtigung und Revision des Expeditions- und Kassendienstes.

Das B. ist vorgesetzte Behörde aller Beamten desselben. Innerhalb des Bezirks erscheint der Direktor als nächster Vorgesetzter sämtlicher dazu gehörigen Beamten, die daher seinen Anforderungen zu folgen haben und seiner Disciplinargewalt unterworfen sind. Ebenso gelten auch die ständigen Hilfsarbeiter als Vorgesetzte sämtlicher Beamten.

Nach der Geschäftsordnung werden die Geschäfte von dem Direktor oder in seinem Auftrag von einem ständigen Hilfsarbeiter erledigt

(Org.-Best. § 18). Dem Direktor liegt die Verteilung der Geschäfte und die Regelung des Geschäftsgangs ob. Er ist für alle Verfügungen, die er unterzeichnet oder mitunterzeichnet, verantwortlich.

Ihm selbst sind vorbehalten 1. die Personalien der Beamten des Geschäftsbureaus, der Betriebskasse und der Controleure, soweit sie nicht der Direktion zukommen; 2. die Verhängung von Geldstrafen in der gesetzlichen Kompetenz, sowie Anträge auf höhere Geldstrafe oder Einleitung des Disciplinarverfahrens; 3. Anträge auf Gewährung und in den vorgeschriebenen Grenzen auch Bewilligung von Remunerationen und Unterstützungen; 4. Urlaubsbewilligungen für sich selbst und die Hilfsarbeiter bis zu acht Tagen, für die anderen Beamten bis zu vier Wochen, oder Anträge auf längeren Urlaub; 5. außerordentliche Revision der Betriebskasse, alljährlich wenigstens einmal.

Dermalen bestehen bei den preußischen Staatsbahnen 75 B., und zwar verteilen sich dieselben auf die elf Direktionen wie folgt:

Berlin	10
Bromberg	10
Hannover	7
Frankfurt a. M.	4
Magdeburg	6
Köln, rechtsrheinisch	8
Köln, linksrheinisch	6
Elberfeld	5
Breslau	9
Erfurt	6
Altona	4

Den kleinsten Bezirk hat das B. in Berlin (Stadt- und Ringbahn) mit 66,93 km, den größten das B. Berlin-Lehrte in Berlin mit 545 km.

Bei den österreichischen Staatsbahnen bezeichnet man als „Bahnbetriebsämter" (abgekürzt auch „Betriebsämter" genannt) jene Stationen von größerer Wichtigkeit, etwa 50 an der Zahl, welche als Dispositionsstationen für den Verkehrsdienst, dann als Telegraphenkontrollstationen und Wagendirigierungssammelstellen fungieren. Dr. Röll.

Betriebsanlagen, im weiteren Sinn alle für die Abwicklung des öffentlichen Verkehrs, sowie auch des inneren Betriebsdienstes bestimmten Bahnanlagen; im engeren, insbesondere in Deutschland üblichen Sinn werden dagegen unter B. im Gegensatz zu den, für die Abwicklung des öffentlichen Verkehrs bestimmten Verkehrsanlagen, alle ausschließlich für innere Betriebszwecke, wie z. B. für die Auflösung und Zusammenstellung von Zügen, die Unterbringung, Reinigung, Instandhaltung, Wiederherstellung oder Neuherstellung von Betriebsmitteln, zur Beschaffung von Baumaterialien etc. hergestellten Bahnanlagen verstanden; in diesem Sinn gehören zu den B. insbesondere die Anlagen für den Rangier-, Betriebsmaschinen- und Werkstättendienst, sowie solche zur Materialgewinnung. (S. Bahnhöfe und Betriebsausweichen.)

Betriebsarbeiter, die beim Betrieb einer Eisenbahn (Stations- und Fahrdienst) beschäftigten Personen im Arbeiterverhältnis. Zu den B. gehören die Lokomotiv- und Maschinenputzer, Stations-, Rangier-, Güterboden- (Magazins-) Arbeiter, Wagenschieber, Reservebahnwärter und -Weichensteller, Bremser, Heizer und sonstige zum Fahrdienst herangezogene Arbeiter (s. Arbeiter).

Betriebsausgaben, s. Betriebskosten.

Betriebsausweichen, Stationsanlagen, die keinerlei Einrichtungen für die Abwicklung des öffentlichen Personen- und Güterverkehrs besitzen und hauptsächlich bei eingleisigen Bahnen mit dichtem Zugverkehr und bei größerer Entfernung der dem öffentlichen Verkehr dienenden Bahnhöfe, zwischen diesen, zur Ermöglichung von Zugskreuzungen oder des Vorfahrens von Zügen hergestellt werden. Derartige Anlagen werden daher auch in der einfachsten Form von Zwischenstationen angelegt und nur insoweit mit Hochbauten ausgerüstet, als solche für die Unterkunft der Bediensteten erforderlich sind. Was die Gleisanlage betrifft, so wird außer dem durchlaufenden Hauptgleis vielfach nur ein, nach der Länge der in Betracht kommenden Züge bemessenes Nebengleis (Ausweich- oder Vorfahrgleis) angelegt. Will man das gleichzeitige Kreuzen, bezw. Vorfahren mehrerer Züge ermöglichen, so werden die B. mit der entsprechenden Zahl von Nebengleisen versehen. (S. Bahnhöfe, Betriebsanlagen).

Die B. werden oft auch aus militärischen Rücksichten zur Ermöglichung der Abwicklung eines dichteren Kriegsfahrordnungsverkehrs angelegt und in solchen Fällen nicht selten mit Stutzgleisen zur Abstellung einzelner Wagen oder Zugteile versehen.

Betriebsausweise, s. Betriebseinnahmenausweise.

Betriebsbeamte, s. Betrieb und Betriebsdienst, dann Bahnbedienstete.

Betriebsbureau, ein bei den preußischen Eisenbahnbetriebsämtern bestehendes Hilfsbureau zur Vermittlung des geschäftlichen Verkehrs des Amts; bei anderen Verwaltungen verbindet man mit dem Ausdruck B. einen andern Begriff; bei den württembergischen Staatsbahnen ist das „Betriebs- und Kursbureau" jenes Bureau der Generaldirektion, welchem die Kontrolle des Fahrdienstes, sowie die Aufstellung der Fahrpläne und die Führung der Statistik des Zugverkehrs obliegt.

Betriebsconti, s. Betriebsrechnung.

Betriebscontroleure, die den preußischen Eisenbahnbetriebsämtern und den elsaß-lothringischen Betriebsdirektionen zugeteilten Organe zur Beaufsichtigung und Revision des Fahr- und Stationsdienstes; B. kommen bei anderen Verwaltungen als der Centralstelle zugeteilte Kontrollorgane vor, so z. B. bei der hessischen Ludwigs-Bahn, bei den vereinigten Arader und Csanáder Bahnen etc.

Betriebsdepeschen, Dienstdepeschen, sind diejenigen mittels des Bahntelegraphen beförderten Depeschen, welche den Bahndienst betreffen. Sie haben vor den anderen Telegrammen ein unbedingtes Vorzugsrecht. Möglichste Einschränkung des Depeschenverkehrs ist von den Eisenbahnverwaltungen ihren Beamten aufgetragen. Insbesondere ist darauf zu achten, daß nicht Privatangelegenheiten mit dienstlichen vermengt und als Dienstdepeschen gebührenfrei besorgt werden.

Betriebsdienst (*Working service; Service*, m., *d'exploitation*), die gesamte Thätigkeit, welche die ordnungsmäßige Abwicklung des Eisenbahnverkehrs erfordert. Ebenso wie der Ausdruck „Betrieb", wird auch der Ausdruck

„Betriebsdienst“ in verschiedener Bedeutung gebraucht; im engeren Sinn versteht man unter B. nur den Stations- und Zugsdienst (in Österreich Verkehrsdienst genannt), sowie den Maschinen- (Zugförderungs-) und Fahrdienst; im weiteren Sinn begreift man darunter auch noch die Geschäfte der Personen-, Gepäcks- und Güterexpedition (in Deutschland als Verkehrsdienst bezeichnet), den Bahnbewachungs-, Bahn- und Lokomotiverhaltungsdienst, ferner die Materialverwaltung, das Rechnungs-, Kassa- und Kontrollwesen, sowie die allgemeinen Verwaltungsangelegenheiten des Betriebs.

Der B., welcher nachstehend im weiteren Sinn genommen werden soll, gliedert sich nach einem andern Gesichtspunkt in den äußeren und den leitenden, überwachenden Dienst.

Im äußeren B. sind thätig: die Stationsvorsteher mit dem unterstehenden Personal (Assistenten, Aufseher, Einnehmer, Telegraphisten, Rangierer, Weichensteller, Wächter, Arbeiter u. s. w.), Güterverwalter, Betriebsmaschinenmeister (Werkmeister, Maschinenmeister, Heizhausleiter, Heizhausaufseher), Werkstätten- und Magazinsvorsteher, das Lokomotiv- und Zugspersonal, die Telegrapheningenieure (Aufseher), Bahn- (Strecken-) Ingenieure, Bahnmeister (Aufseher), Strecken-, Schranken-, Brücken-, Tunnel-, Lehnenwärter, Vorarbeiter u. s. w.

Die Organisation der Dienststellen, welchen die einheitliche Leitung und Überwachung des äußeren B. obliegt, ist sowohl in den einzelnen Staaten, als auch innerhalb derselben bei den einzelnen Verwaltungen sehr verschieden.

Diese Organisation beruht entweder auf dem System der „Centralisation“ oder auf jenem der „Decentralisation“. Bei letzterem System liegt das Schwergewicht der Betriebsführung bei besonderen Mittelstellen (Betriebsdirektionen, Betriebsleitungen, Eisenbahnbetriebsämtern, Oberbahnämtern u. s. w.), welche mit entsprechender Selbständigkeit ausgerüstet sind; entgegen dieser Betriebsorganisation, welche insbesondere bei den deutschen und österreichisch-ungarischen Staatsbahnen, in Österreich auch bei einigen größeren Privatgesellschaften, bei den italienischen Pachtgesellschaften etc. verbreitet ist, wird der B. bei der centralistischen Organisation, welche namentlich bei den französischen und englischen Privatbahnen vorherrscht, unmittelbar von der Centralverwaltungsstelle (Generaldirektion, Direktion) geleitet, und sind derselben vielfach exponierte Beamte (Inspektoren, Divisionschefs, Distriktsbeamte etc.) für die einzelnen Dienstzweige untergeordnet.

Bei der Centralverwaltungsstelle, welcher die Erledigung der ihr vorbehaltenen Betriebsagenden, sowie die Überwachung des äußeren B. obliegt, besteht zumeist eine besondere Geschäftsabteilung für die Besorgung des eigentlichen B. (Stations-, Zugs- und Fahrdienst), Betriebs- oder Verkehrsabteilung (Departement, Direktion, Subdirektion) genannt, welcher vielfach auch das Expedits-, Material-, Bahnerhaltungs- und Werkstättenwesen unterstellt ist.

Bei den preußischen Staatsbahnen gehört der Stations-, Fahr-, Zugs-, und Expeditionsdienst zum Wirkungskreis der II. Abteilung; die Neubau-, Bahnerhaltungs-, Material- und Werkstättenangelegenheiten jedoch gehören zum Ressort der III. Abteilung der Eisenbahndirektionen.

Der Wirkungskreis der Betriebsabteilung der bayrischen Staatsbahnen unterscheidet sich von jenem der II. Abteilung der preußischen Direktionen dadurch, daß der bayrischen Betriebsabteilung auch das Werkstättenwesen zugewiesen ist, wogegen der Transportdienst nicht zum Wirkungskreis der Betriebsabteilung, sondern zu jenem der Verkehrsabteilung gehört.

Der Betriebsabteilung der württembergischen Staatsbahnen sind zur Behandlung zugewiesen: der Expeditions- und Fahrdienst, der Bahntelegraphen- und Signaldienst, die Handhabung der Bahnpolizei, das Fahrplanwesen, sowie der Betrieb der Bodenseeschiffahrt.

In Sachsen ist der Stations-, Fahr- und Expeditionsdienst der II. (Verkehrs-) Abteilung, der technische Dienst der III. Abteilung zugewiesen.

In Baden gehören zum Wirkungskreis der Betriebsabteilung nur die Angelegenheiten des Stations- und Zugsdienstes, wogegen die Angelegenheiten des Güterverkehrs von einer besonderen Abteilung besorgt werden.

In Österreich und Italien bestehen zumeist „Verkehrsabteilungen“, welchen bei den österreichischen Bahnen neben dem Stationsdienst gewöhnlich auch die Geschäfte der Personen- und Güterexpedition zugewiesen sind.

Bei den niederländischen Bahnen gehört der Stationsdienst zur I., der Expeditionsdienst zur III. Abteilung.

Bei den belgischen Staatsbahnen gehört zum *Service d'exploitation* der Stations- und Expeditionsdienst, sowie der kommerzielle Dienst.

In Frankreich ist der B. eingeteilt in den *Service administratif* und *Service actif;* ersterer umfaßt: das Bureau des Chefs, ein Centralbureau für den B.; den Zugsdienst; den kommerziellen Dienst; die Kontrolle und Statistik; der *Service actif* zerfällt in mehrere zum Teil exponierte Divisionen.

Zum englischen Betriebsdepartement, an dessen Spitze als Betriebsdirektor der *Superintendent of the line* steht, gehören der Stations-, Zugs- und Rangierdienst, sowie die Personenexpedition, wogegen die Überwachung des Güterdienstes in den Händen des *Goods manager* liegt.

Die Betriebsabteilungen der Centralverwaltungsstellen gliedern sich in Bureaux, Referate, Divisionen etc.

Bei den preußischen Staatsbahnen besteht in der II. Abteilung ein „Betriebstechnisches“ und ein „Verkehrs-Bureau“; ersteres für den Stations- und Fahrdienst, letzteres für den Expeditionsdienst, mit einer entsprechenden Anzahl von Betriebs- und Verkehrscontroleuren.

Bei den bayrischen Staatsbahnen zerfällt die Betriebsabteilung in die Referate für den Fahrdienst, Stationsdienst, Zugförderungs-, Werkstätten- und Magazinsdienst.

In Württemberg, Österreich, Belgien und Frankreich zerfällt die Betriebsabteilung in Bureaux, deren Zahl sehr verschieden ist.

Eine zweckmässige Organisation des B. ist von größter Bedeutung, sowohl für die Ökonomie, als auch für die Sicherheit des Betriebs;

allgemeine Regeln lassen sich hierfür nicht aufstellen, im Gegenteil scheint es wünschenswert, daß die Organisation den Verhältnissen des betreffenden Landes, sowie den besonderen Verhältnissen des einzelnen Unternehmens angepaßt werde.

Näheres s. unter Administration, Administrationsgrundsätze, Betrieb, Betriebsökonomie, Betriebsordnung, Betriebsvorschriften u. s. w.

Litteratur s. bei Betrieb; vergl. ferner Allgemeine deutsche Eisenbahnzeitung, Nr. 29 und 30, Leipzig 1889. Dr. Röll.

Betriebsdienstvorschriften, Anweisungen (*Rules and regulations*, pl.; *Ordres*, m. pl., *de service, instructions*, f. pl.), welche von den oberen Verwaltungsstellen an das gesamte unterstehende Personal oder an einzelne Kategorien desselben hinausgegeben werden, enthalten teils umfassende bleibende Anordnungen hinsichtlich der Besorgung eines bestimmten Dienstpostens oder Dienstzweigs (Instruktionen), teils Erläuterungen zu denselben oder vorübergehende Verfügungen (Dienstbefehle, Cirkularerlässe etc.).

Mit Rücksicht auf die große Zahl der mit den Dienstvorschriften zu beteilenden Bediensteten werden dieselben bei größeren Verwaltungen in periodisch erscheinenden Verordnungsblättern publiziert; solche Verordnungsblätter bestehen beispielsweise bei den preußischen Staatsbahnen (Eisenbahnverordnungsblatt), bei den bayrischen Staatsbahnen (Verordnungsblatt der kgl. bayrischen Staatsbahnen), bei den württembergischen Staatsbahnen, bei den österreichischen Staatsbahnen (Verordnungs- und Anzeigeblatt der österreichischen Staatsbahnen). Die Dienstinstruktionen für die einzelnen Dienstzweige und Dienstposten werden überdies in Buchform herausgegeben und den einzelnen Bediensteten ausgehändigt; die Zahl solcher Instruktionen ist namentlich bei den deutschen und österreichischen Eisenbahngesellschaften sehr groß und steigt bei einzelnen Verwaltungen weit über 100, und sind dieselben überdies gewöhnlich höchst weitläufig und umfangreich, indem darin unnötigerweise eine Fülle geringfügiger Details behandelt wird; durch diese Praxis wird jedoch nur die Unselbständigkeit und Gedankenlosigkeit des Personals gefördert.

Die Dienstgeschäfte der einzelnen Beamtenkategorien hängen so eng und vielseitig zusammen, daß von dem einzelnen Bediensteten nicht nur die Kenntnis der besonderen Instruktion für den von ihm bekleideten Posten, sondern auch zum großen Teil der Dienstinstruktionen für andere Dienstkategorien gefordert wird. So muß beispielsweise ein Zugführer außer seiner besonderen Dienstinstruktion das Betriebsreglement, die Bahnpolizei-(Betriebs-) Ordnung, die Signalordnung, ferner die Instruktionen für Bremser, Kondukteure (Schaffner), Weichensteller, Lokomotivführer, Heizer, Gepäckskondukteure, sowie die Instruktionen über Abfertigung von Personen, Gepäck und Gütern, über die Zollbehandlung etc. kennen.

Da nun der Umfang dessen, was ein Beamter aus den Dienstinstruktionen anderer Beamtenkategorien kennen muß, in den meisten Fällen im Verhältnis zu dem gesamten Inhalt dieser Instruktionen sehr geringfügig ist, so muß jeder Bedienstete aus der ihm behändigten Zahl dickleibiger Einzelinstruktionen, bezw. aus vielem für ihn Unwesentlichen das für ihn Wissenswerte heraussuchen.

Die Kenntnis der Instruktionen, welche überdies häufig in einem schwulstigen, schwer verständlichen Stil geschrieben sind, wird hierdurch ungemein erschwert, ja für Bedienstete von minderem Bildungsgrad geradezu unmöglich gemacht.

Es liegt hier unzweifelhaft ein Mißstand vor, welchem dadurch abzuhelfen wäre, daß für jede Dienstkategorie eine Gesamtinstruktion ausgearbeitet würde, welche mit Hinweglassung aller in der Ausübung einer Funktion als selbstverständlich anzusehenden Details, die gesamten den Dienstkreis der einzelnen Kategorien betreffenden Bestimmungen kurz und klar unter Berücksichtigung des Bildungsgrads der in Betracht kommenden Bediensteten zusammenfaßt.

Andererseits erscheint es höchst wünschenswert, daß eine Einheitlichkeit wenigstens in dem Instruktionswesen der Eisenbahnverwaltungen innerhalb eines Staatsverbands hergestellt werde, und sind in dieser Beziehung letzterer Zeit wesentliche Fortschritte zu verzeichnen. Die österreichisch-ungarischen Bahnen, welche bereits einheitliche Dienstvorschriften für die Ausübung des Verkehrs- und Signalisierungsdienstes besitzen, gehen nunmehr daran, einheitliche Dienstvorschriften für den Expeditionsdienst zu schaffen; ebenso steht seitens des deutschen Verkehrsverbands die Einführung einheitlicher Abfertigungsvorschriften für die Beförderung von Personen, Gepäck und Gütern unmittelbar bevor.

Sowohl was Einheitlichkeit der B. als auch die Kürze und Klarheit derselben betrifft, kann England als Beispiel für andere Staaten gelten, woselbst die gesamten Eisenbahnen eine und dieselbe gleichlautende Sammlung von Dienstvorschriften haben. Dieser Codex der Instruktionen (The code of regulations and rules) ist vom Clearing House verfaßt, vom Handelsamt bestätigt und von allen Bahnen angenommen worden. Derselbe enthält in fortlaufend numerierten Artikeln sämtliche Vorschriften für die Beamten und Bediensteten des gesamten Betriebsdienstes.

Allerdings steht es den einzelnen Verwaltungen frei, zu diesen Artikeln mit Zustimmung des Handelsamts etwaige Zusätze und Ergänzungen zu machen, allein die wenigsten Bahnen haben dies für nötig erachtet, und wenn örtliche Umstände dies erheischt haben, so sind diese Zusätze auf ein äußerst geringes Maß beschränkt. So hat z. B. die Great Westernbahn zu dem 383 Artikel umfassenden Codex nur 13 Zusatzartikel.

Jeder Beamte und Bedienstete ohne Ausnahme erhält einen solchen Codex, erklärt durch eigenhändige Unterschrift, daß er denselben sorgfältig gelesen, vollständig verstanden habe, und daß er die darin enthaltenen Vorschriften für bindend anerkennt. Jeder ist verpflichtet, denselben im Dienst stets bei der Hand zu haben; wer im ausübenden Dienst ohne denselben betreten wird, zahlt unwiderruflich 5 sh Strafe. Bei etwaigem Verlust hat sich der Betreffende sofort zur Empfangnahme eines neuen Exemplars zu melden.

Die einzelnen Artikel sind mit der möglichsten Kürze abgefaßt. Es ist darin nur das unumgänglich Notwendige gesagt, was sich auf die gewissenhafte und sichere Ausführung der

einzelnen Verrichtungen bezieht; alle Einrichtungen an der Bahn und den Fahrzeugen werden als bekannt vorausgesetzt und es entfallen daher auch alle bezüglichen Beschreibungen und Erläuterungen.

Insoferne als darin eben nur die Hauptgrundsätze im allgemeinen aufgestellt und alle Detailausführungen vermieden sind, wird dem Personal eine größere Selbständigkeit eingeräumt und ihm im einzelnen Fall überlassen, innerhalb der Hauptregeln nach bestem Ermessen zu handeln. Willkürlichkeiten und andere Unzukömmlichkeiten entstehen hieraus nicht, und es ist eine Thatsache, daß das englische Personal von strammer Zucht und großer Verläßlichkeit ist. Hierbei ist allerdings nicht zu verkennen, daß das englische Bahnpersonal von besonderer Intelligenz ist, und daß dort, wo letztere fehlt, auch die Einführung des englischen Systems in Bezug auf das Instruktionswesen kaum gleich günstige Resultate wie in England ergeben würde.

Was den Inhalt der englischen Instruktion betrifft, so enthält der erste Abschnitt allgemeine Bestimmungen, welche sich zunächst beziehen auf: die Haltung im Dienst, die Kenntnis der Instruktionen, das Mitsichführen derselben, die Angabe des Wohnorts der Bediensteten und etwaiger Veränderung, die Entfernung vom Dienst, das Tragen der Uniform, die Wahrung der Interessen der Anstalt, das Benehmen der Bediensteten gegen das Publikum; ferner ist darin das Verbot enthalten, ohne besondere Karte auf der Bahn zu reisen, die Restaurationsräume während der Dienstzeit zu betreten, Trinkgelder oder sonstige Geschenke anzunehmen, oder ein Nebengeschäft zu betreiben. Endlich sind darin noch Bestimmungen für den Fall des Dienstaustritts, in betreff der Dienstzeugnisse, sowie Warnungen für die Handhabung beim Kuppeln der Fahrzeuge, Überschreiten der Bahn u. s. w. enthalten.

Der zweite Abschnitt betrifft die Einheit der Zeit und die Vorschriften, wie alle Uhren nach der Greenwicher Zeit gerichtet werden müssen.

Der dritte Abschnitt behandelt die Signale; der nächste Abschnitt die Vorschriften, wie der Verkehr auf einfacher Bahn abzuwickeln ist, wenn wegen Reparatur der anderen Gleise oder wegen Störung auf denselben nur ein Gleis fahrbar ist. Weiter kommen die Vorschriften für den Gebrauch des Telegraphen, für das Blocksystem und die zugehörigen Apparate. Der nächste Abschnitt enthält die Vorschriften für die Stationsvorstände (*stations masters*), die sich auf 44 allgemeine Regeln beschränken, von welchen viele oft in nicht mehr als zwei bis drei Zeilen enthalten sind. Einem besonderen Abschnitt sind ferner die Regeln vorbehalten, welche beachtet werden müssen, wenn auf einer im Betrieb befindlichen Linie neue Signale aufgestellt oder dieselben repariert werden.

Ein weiterer Abschnitt betrifft den Signalmann. Für diesen, weil eine der wichtigsten Personen, sind 42 Artikel vorgesehen, in welchen ihm alle Vorrichtungen zum Geben der Signale, zur Instandhaltung derselben u. s. w. erläutert werden. Ein Abschnitt betrifft den Schrankenwächter bei Wegübersetzungen.

Der Abschnitt für die Zugbegleiter, welcher sich auf 58 Artikel erstreckt, umfaßt den gesamten Dienst sowohl bei den Personen- wie auch bei Güterzügen, und zwar alle Verrichtungen bei Abfahrt des Zugs, während der Fahrt, während des Aufenthalts in den Stationen, beim Bremsen u. s. w. Hierauf folgen die Vorschriften für die Lokomotivführer und Heizer, ferner die für die Bahnaufseher und alle jene, welche bei Erhaltung der Bahn beschäftigt sind, weiter noch besondere Vorschriften für den Verkehr der Züge oder auch einzelner Lokomotiven auf einfacher Bahn.

In Amerika hatten bis in die Siebzigerjahre nur wenige Bahnen gedruckte Reglements für den Betrieb. Es wurden solche Regeln meistens durch mündliche Tradition unter den Beamten fortgepflanzt und für die Sicherheit des Betriebs genügte es, die notwendigsten Principien über die Bewegung der Züge, die Benutzung der Gleise und Signale, über die Obliegenheiten der einzelnen Beamten etc. den für den Dienstgebrauch bestimmten Fahrplänen beizudrucken.

Erst in den Siebzigerjahren haben die älteren großen Eisenbahngesellschaften das Bedürfnis empfunden, die für die verschiedenen Dienststellen ausgegebenen Regeln zusammenzustellen und in einem kleinen Buche (Oktavformat mit gegen 100 Seiten Text) gedruckt als Dienstinstruktion herauszugeben, unter dem Titel: Rules and regulations for the government of the transportation departement. So hat die nach englischem Muster organisierte Baltimore- und Ohio-Eisenbahn bereits im Jahr 1866, die Pennsylvania-Bahn im Jahre 1874 ein solches Reglement erscheinen lassen. 1886 wurden von der General Time Convention einheitliche B. für die amerikanischen Bahnen (Uniform general Rules) ausgearbeitet, in der im Oktober 1886 in New-York abgehaltenen Verbandsjahresversammlung einstimmig angenommen und den Verwaltungen zur Annahme empfohlen. Diese Vorschriften behandeln ähnlich wie die englische Instruktion die allgemeinen Dienstpflichten der Betriebsbeamten, die Normalzeit, Fahrpläne, Signalordnung, dann die Zugs- (Verkehrs-) Vorschriften (s. V.-Z. 1886, S. 1051 und 1069).

Der Vorgang in England und Amerika, nach welchem die Bediensteten aller Kategorien und Bildungsstufen vom Stationsvorsteher bis zum gewöhnlichen Arbeiter herab dieselben Dienstvorschriften erhalten, scheint allerdings kaum nachahmenswert zu sein, und dürfte in dieser Richtung mit dem System der Einheitlichkeit denn doch zu weit gegangen sein, nachdem es den niederen Bediensteten füglich nicht zugemutet werden kann, sich mit den Dienstverhältnissen in demselben Umfang vertraut zu machen, wie seine Vorgesetzten (s. V.-Z. 1886, S. 780).

Im Gegensatz zu dem englischen System der Instruktionen steht einerseits das deutsch-österreichische, andererseits das französisch-belgische System. In Deutschland und Österreich findet man für alle Zweige des Dienstes und für jede Kategorie von Bediensteten systematisch gegliederte, sehr gründliche und wohlklassifizierte Instruktionen in erstaunlicher Zahl (ähnliches gilt von den italienischen Bahnen), dagegen werden in Frankreich und Belgien die Instruktionen gewöhnlich, mit Ausnahme jener über Signalisierung und Zugsexpedition, in Cirkularform jeweilig hinausgegeben. Jene Blätter,

welche eine allgemeine, dauernd gültige Vorschrift bekanntgeben, führen den Titel Ordres de Service, respektive Ordres généraux, wogegen jene, welche Informationen oder Anweisungen vorübergehender Natur enthalten, als Circulaires bezeichnet zu werden pflegen (Österr. Eisenbahnztg. 1880, S. 15). Dr. Röll

Betriebsdirektion, Bezeichnung für gewisse Dienststellen, welchen die Erledigung der Geschäfte der laufenden Betriebsverwaltung, bezw. die Überwachung des äußeren Dienstes obliegt. Der Wirkungskreis der B. erstreckt sich entweder über das ganze Netz einer Eisenbahnunternehmung, oder nur auf einen bestimmten Bezirk innerhalb dieses Netzes. In letzterem Fall bestehen mehrere B., und bilden mittlere Dienststellen, welche namentlich bei großen Verwaltungen aus dem Grund geschaffen werden müssen, weil es nicht mehr möglich ist, den Betrieb von einer Centralstelle aus zu leiten; derartige Mittelstellen heißen bald B., bald führen sie andere Bezeichnungen, als Eisenbahnbetriebsämter (in Preußen), Oberbahnämter (in Bayern), Betriebsleitungen (in Ungarn), Betriebsoberinspektorate (in Sachsen) u. dgl.

Unter der Bezeichnung B. kommen derartige Mittelstellen in Deutschland nur bei den elsaß-lothringischen Bahnen vor und bestehen daselbst sieben der Generaldirektion dieser Bahnen unterstellte B. (zwei in Straßburg, je eine in Mühlhausen, Colmar, Saargemünd, Metz und Luxemburg, welche nach außen keine Selbständigkeit haben und zu jeder Rechtshandlung von der Generaldirektion Vollmacht benötigen. Der Wirkungskreis dieser B. umfaßt den Bahnerhaltungs- und Aufsichts-, sowie den Material-, Stations- und Fahrdienst, wogegen der Expeditionsdienst durch besondere Verkehrsinspektionen überwacht wird.

Der Vorstand der B. in Luxemburg ist zugleich Vertreter der Reichsbahnen gegenüber der luxemburgischen Verwaltung.

Der Generaldirektion der österreichischen Staatsbahnen sind neun B. unterstellt, und zwar in Wien, Linz, Innsbruck, Villach, Triest, Prag, Pilsen, Krakau, Lemberg. Der Wirkungskreis derselben ist durch die Organisationsbestimmungen vom Jahr 1884 (a. h. Entschließung vom 8. Juni 1884) geregelt und umfaßt die Vollziehung und Überwachung des lokalen Betriebsdienstes in allen seinen Zweigen. Den kleinsten Bezirk hat die B. Triest mit 288 km, den größten die B. Lemberg mit 1072 km.

Die B. der österreichischen Staatsbahnen haben einen Wirkungskreis, welcher annähernd jenem der preußischen Betriebsämter entspricht und nur insoweit durch die Vorbehalte der Generaldirektion, bezw. des Handelsministers eingeschränkt ist, als dies durch die Einheitlichkeit und Gleichmäßigkeit der Dienstabwicklung erfordert wird. Den B. ist unter anderem die Disposition über das Personal und Material innerhalb des eigenen Bezirks, die Handhabung der Bahnpolizei, die Entscheidung über Reklamationen bis zum Betrag von 100 fl. beim Personenverkehr und von 1000 fl. beim Güterverkehr, die Nachsicht von Rechnungsmängeln bis zum Betrag von 100 fl., dann die Beschaffung der Materialien, welche nicht eine einheitliche Behandlung erfordern, überwiesen, wobei die Sicherstellung von Lieferungen, deren präliminierter Wert den Betrag von 5000 fl. übersteigt, auf Grund allgemeiner öffentlicher Konkurrenz durch Zuschlag an den Bestbieter zu erfolgen hat.

Den B. der österreichischen Staatsbahnen steht ein Betriebsdirektor vor, welcher einen Stellvertreter zur Seite hat. Die B. zerfallen in die Referate für Bau- und Bahnerhaltung, für Verkehr, Expeditsdienst, für Zugsförderung und Werkstättendienst, für Materialangelegenheiten, Einnahmenkontrolle und Rechnungswesen; außerdem besitzen die meisten B. eine eigene Betriebsdirektionskasse. Auch einige österreichische Privatbahnen, bei denen der Sitz der Generaldirektion nicht im Bereich des Bahnnetzes liegt, haben eine exponierte B. (böhmische Westbahn in Prag, galizische Karl Ludwig-Bahn in Lemberg); ebenso hat die österreichische Südbahngesellschaft eine B. in Pest.

Die italienischen Privatgesellschaften haben ebenfalls B., und zwar die Mittelmeerbahnen solche in Turin und Neapel, die adriatischen Bahnen in Ancona und Bologna.

Endlich haben auch die russischen Staatsbahnen in Unterordnung unter die provisorische Direktion der Staatsbahnen gleichfalls für jede getrennte Linie eine eigene B. („örtliche Bahnverwaltung"), welche aus den Vorständen des Bahn-, Betriebs- und Zugsdienstes, sowie der Materialienverwaltung gebildet ist.

Einen ganz anderen Charakter als die eben besprochenen Dienststellen haben jene B., welche die Centralverwaltungsstelle selbst, bezw. einen Bestandteil derselben bilden; derartige B. kommen bei einigen deutschen und österreichischen Privatbahnen vor; so ist bei der Warstein-Lippstädter Eisenbahn, dann bei der Wien-Aspang-Bahn die B. eine dem Vorstand (Verwaltungsrat) unmittelbar unterstehende Centralstelle, während beispielsweise bei der österr. Norwestbahn und österr. Nordbahn die B. eine Abteilung der Generaldirektion bildet.

Siehe auch Administration, Betrieb und Betriebsdirektor. Dr. Röll.

Betriebsdirektor (*Superintendent of the line; Chef*, m., *d'exploitation ou du mouvement*) ist bei einer Reihe von Verwaltungen der Titel für den obersten Beamten der Betriebsverwaltung, welcher sonst auch als General- oder Specialdirektor, als General- oder Oberinspektor, Bahndirektor oder Bevollmächtigter bezeichnet wird.

Mitunter ist der B. nicht der oberste Beamte der Betriebsverwaltung, sondern ein höherer Beamter, welchem nur die Leitung eines Zweigs des Betriebsdienstes zugewiesen ist (beispielsweise führen diesen Titel die Vorstände mehrerer Bureaux bei der Generaldirektion der elsaß-lothringischen Bahnen). Endlich bezeichnet man als B. den Vorstand der mittleren Stellen des Betriebsdienstes, wie solche namentlich bei einigen Staatseisenbahnverwaltungen (Preußen, Sachsen, Elsaß-Lothringen, Österreich) unter den Namen von Betriebsdirektionen, Betriebsämtern, Betriebsoberinspektoraten u. dgl. bestehen.

Insoweit der B. oberster Beamter einer Betriebsverwaltung ist, besteht seine geschäftliche Thätigkeit darin, die einheitliche Ausführung der Geschäfte in den einzelnen Betriebszweigen zu sichern; zu diesem Behuf regelt er den Geschäftsgang, bestimmt die Geschäftsverteilung, wobei er sich bezüglich wichtigerer Angelegenheiten die Entscheidung vorbehält. Er ist für

alle Verfügungen, die von der Betriebsverwaltung ausgehen, verantwortlich. Er überzeugt sich durch häufiges Bereisen der Strecke von der ordnungsmäßigen Abwicklung des Dienstes.

Die Funktionen des B. als Leiter des Transportwesens, insbesondere des Personenverkehrs und des Stations- (Expeditions-) Dienstes sind folgende:

1. Hinsichtlich der Anordnung und Führung der Bahnzüge hat er darauf zu sehen, daß dieselben nach Maßgabe des festgestellten Fahrplanes und der darüber besonders erteilten Instruktionen und sonst getroffenen Verfügungen stattfinden, daß die vorgeschriebenen Fahrzeiten und Kreuzungen pünktlich eingehalten und bei Verlegung der letzteren durch telegraphische Mitteilung die hierfür getroffenen Anordnungen auf das sorgfältigste befolgt werden, auch daß bei Anordnung von Extrazügen jede Gefahr vermieden werde.

2. Ebenso hat er für das Vorhandensein der nötigen Wagen und sonstigen Betriebsmittel, ferner für die Erhaltung derselben in gutem Zustand, für ihre sorgfältige Verwahrung und zweckmäßige Verteilung auf der Bahn nach Verschiedenheit des Bedarfs zu sorgen.

3. Er hat darauf zu achten, daß das Fahrpersonal in allen seinen Dienstverrichtungen nach den erteilten allgemeinen Instruktionen, beziehungsweise speciellen Bestimmungen verfahre. Zu diesem Zweck hat er nicht nur persönlich die dienstliche Thätigkeit des Personals zu überwachen, sondern auch mittels genauer Durchsicht der Fahrrapporte (deren zuverlässige und pünktliche Erstattung er mit aller Strenge fordern muß) sich von allen etwa vorgekommenen Unregelmäßigkeiten im Fahrdienst Kenntnis zu verschaffen und auf Beseitigung von Mängeln oder Dienstvernachlässigungen hinzuwirken.

4. Den Expeditionsdienst auf den Stationen hat er zu überwachen und sich zu überzeugen, daß überall die erforderliche Regelmäßigkeit in der Beförderung der Reisenden mit ihrem Gepäck (sowie der Güter) bestehe und das Betriebsreglement, sowie die Tarife mit ihren reglementarischen Bestimmungen und den darauf bezüglichen besonderen Vorschriften dabei überall zur Ausführung kommen.

Zu diesem Zweck muß er die Thätigkeit der Expeditionsbeamten in ihrem Verkehr mit dem Publikum beobachten und darüber wachen, daß in angemessenen Zwischenzeiten oder je nach Umständen vollständige Kassarevisionen durch einen Centralbeamten vorgenommen werden; er hat auch in dieser Richtung entsprechende Veranlassung zu treffen.

5. Endlich hat er auch alle übrigen auf den hierbei in Betracht kommenden Stationsdienst bezüglichen Bestimmungen hinsichtlich ihrer genauen Befolgung zu überwachen. Dies gilt vorzugsweise von dem Dienst der Weichensteller und deren Kontrollierung durch den Bahnhofsvorstand; ebenso vom Telegraphendienst und der Befolgung der darüber erteilten Instruktionen.

6. Der B. hat den Zustand des Betriebsmaterials zu überwachen, für Beschaffung des Heiz-, Schmier-, Beleuchtungs- und Reinigungsmaterials auf den Zügen und Stationen sowie für die Instandhaltung der Wartesäle etc. zu sorgen.

Die Kostenrechnungen, welche die Betriebsverwaltung betreffen, hat er stichprobenweise zu überprüfen und der betreffenden Kasse, welche von ihm zeitweise unvermuteten Revisionen zu unterziehen ist, zur Auszahlung des Betrags zuzuweisen.

7. Hinsichtlich der Anstellung, Beurlaubung, Belohnung, Bestrafung oder Suspendierung der ihm untergebenen Beamten hat er, soweit ihm kein Entscheidungsrecht zusteht, die nötigen Anträge zu stellen. Dr. M. Haushofer.

Betriebseinnahmen (*Working receipts*, pl.; *Recettes*, f. pl., *d'exploitation*), die sämtlichen Einnahmen aus dem Personen-, Gepäcks- und Güterverkehr, einschließlich sonstiger Erträgnisse, welche sich mittelbar oder unmittelbar aus der Betriebsführung ergeben. Die Klassifikation der B. erfolgt nach bestimmten, von den staatlichen Aufsichtsbehörden festgestellten Grundsätzen, und wird nach dieser Einteilung sowohl bei Aufstellung der Betriebsrechnungen als auch der amtlichen Eisenbahnstatistik in den einzelnen Staaten vorgegangen.

Nach der im Reichseisenbahnamt verfaßten Statistik der im Betrieb befindlichen Eisenbahnen Deutschlands zerfallen die B. in die Einnahmen:

1. aus dem Personen- und Gepäckverkehr;
2. aus dem Güterverkehr;
3. aus der Vergütung für Überlassung von Bahnanlagen und für Leistungen zu Gunsten dritter;
4. aus der Vergütung für Überlassung von Betriebsmitteln (abzüglich der betreffenden Ausgaben);
5. aus den Erträgen aus Veräußerungen;
6. aus sonstigen verschiedenen Einnahmen.

Nach der Statistik des V. D. E.-V. werden die B. eingeteilt in Einnahmen:

1. aus der Personenbeförderung, u. zw.:

a) für die Beförderung von Personen (einschließlich der Beförderungen auf Rückfahrt-, Rundreise- und Abonnementbillets, sowie in bestellten Extrazügen),

b) für die Beförderung von Gepäck und Hunden,

c) Nebeneinnahmen aus dem Personenverkehr;

2. aus dem Güterverkehr, u. zw.:

a) für Eil- und Expreßgüter,

b) für Frachtgüter (einschließlich Militärgüter), u. zw.:

α) von Stückgütern,

β) von Wagenladungsgütern;

c) für frachtpflichtige Dienst- und Bau- (Regie-) Güter;

d) für lebende Tiere,

e) für Nebeneinnahmen (Frachtzuschläge, Provisionen, Lager-, Lade-, Stand- und Wiegegeld, Konventionalstrafen u. s. w.);

3. aus sonstigen Quellen, u. zw.:

a) Vergütungen (Pauschsummen) für Posttransporte,

b) Vergütung für Überlassung oder Mitbenützung von Bahnanlagen u. s. w. (nach Abzug der Ausgaben),

c) Miete für Lokomotiven und Wagen (nach Abzug der Ausgaben),

d) Pacht für ökonomische Nutzungen aus Gebäuden u. s. w., Erlöse für Altmaterialien, Einnahmen für telegraphische Depeschen u. s. w.

Die Statistik der österreichisch-ungarischen Eisenbahnen führt unter B. an:

1. Einnahmen aus dem Personenverkehr (einschließlich Nebenerträgnisse von Gepäck, Equipagen, Pferden und Hunden);

2. Einnahmen aus dem Güterverkehr, u. zw.:

a) für Eilgut,

b) für Frachtgut der Normalklassen (einschließlich des sperrigen Gutes),

c) für Frachtgut der ermäßigten Klassen,

d) für Kohlen und Coaks,

e) für Eisenbahnfahrzeuge und tarifiertes Regiegut;

3. verschiedene Einnahmen.

Die schweizerische Eisenbahnstatistik unterscheidet:

1. Ertrag des Personentransports;

2. Ertrag des Gepäck-, Tier- und Gütertransports;

3. verschiedene Einnahmen, u. zw.:

a) Pacht und Mietzinse für Bahnhöfe und Bahnstrecken, für Rollmaterial und sonstige Objekte,

b) Ertrag von Hilfsgeschäften (Werkstätten, Gasanstalten, Materialverwaltung, Drucksachenverwaltung, Privattelegraphendienst u. s. w.),

c) sonstige Einnahmen (einschließlich der Entschädigung der Postverwaltung für Bahnpostwagen).

Die belgischen Eisenbahnen weisen die Einnahmen folgendermaßen aus:

1. Ertrag aus dem Personenverkehr;

2. Ertrag aus dem Gepäckverkehr;

3. Ertrag aus dem Stückgutverkehr (*petites marchandises*);

4. Ertrag aus der Beförderung von Wagenladungsgütern (*grosses marchandises*);

5. Ertrag aus der Beförderung von Geldwerten (*finances*);

6. Ertrag aus der Beförderung von Equipagen;

7. Ertrag aus der Beförderung von Pferden und anderen Tieren;

8. Ertrag aus sonstigen Quellen.

Die B. der französischen Bahnen sind wie folgt klassifiziert:

1. *grande vitesse* (einschließlich des Ertrags aus der Personenbeförderung und sonstigen Nebeneinkünften);

2. *petite vitesse* (Frachtgüterverkehr);

3. *recettes diverses* (sonstige Einnahmen).

Die B. der italienischen Bahnen sind getrennt nach:

1. Einnahmen aus der Personenbeförderung (*viaggiatori*);

2. Einnahmen aus der Eilgut- und Expreßbeförderung (*grande velocità et piccola velocità accelerata*);

3. Einnahmen aus der Frachtgutbeförderung (*piccola velocità*);

4. Einnahmen aus sonstigen Quellen.

Die B. der Eisenbahnen Großbritanniens und Irlands zerfallen in:

1. Einnahmen aus dem Personenverkehr (einschließlich Saison- und Zeitkarten); dazu werden gerechnet: Einnahmen von Gepäck, Paketen (*parcels*), Equipagen, Pferden, Hunden u. dgl. und Einnahmen aus der Postbeförderung);

2. Einnahmen aus dem Güterverkehr, u. zw.:

a) *merchandises* (Waren),

b) *live stock* (zahmes Vieh),

c) *minerals* (Mineralklasse);

3. sonstige Einnahmen, den Mietzins (*rents*), Wegegeld (*tolls*), Einnahmen aus der Schiffahrt.

Eine besonders detaillierte Gliederung finden die Einnahmen bei den amerikanischen Bahnen.

Die Illinois-Centralbahn weist aus:

1. *local tickets*,

2. *coupon tickets*,

3. durch die Zugskondukteure eingehobene Fahrgebühren,

4. Gepäck,

5. *trough tickets* (direkte Billets), verkauft durch fremde Gesellschaften,

6. Frachtgutverkehr,

7. Kolli- und Expreßbeförderung,

8. Postbeförderung,

9. Schlafwagenertrag,

10. Verpachtung von Gründen,

11. Péagegebühren,

12. Miete für Lokomotiven,

13. Telegrapheneinnahmen,

14. Lagergelder (*storage*),

15. Rangieren von Wagen (*switching*) für Parteien und fremde Gesellschaften,

16. Gebühren für Verkauf von Büchern, Zeitungen etc. (*train privileges*).

Im allgemeinen pflegt bei den meisten Eisenbahnen in den ersten Betriebsjahren die Einnahme aus dem Personenverkehr zu überwiegen; später tritt sie im allgemeinen hinter die Einnahmen aus dem Güterverkehr zurück. Eine Ausnahme bilden selbstredend einzelne fast ausschließlich dem Personenverkehr dienende kleinere Bahnen.

Aus der Tabelle (S. 490, 491) möge entnommen werden, daß die Gesamteinnahmen bei fast allen Bahnen der europäischen Länder und der Vereinigten Staaten von Amerika wenigstens der absoluten Zahl nach von Jahr zu Jahr anwachsen. Bei der Gesamteinnahme nach Kilometer mittlerer Betriebslänge ist ein solches Anwachsen allerdings nicht zu bemerken. Stellen wir beispielsweise die Gesamteinnahmen pro Kilometer mittlerer Betriebslänge einander gegenüber, so ergiebt sich bei einem Vergleich der Jahre 1884 und 1887, daß diese Gesamteinnahme für das Jahr 1887 in Österreich-Ungarn, Frankreich, Italien, Dänemark, Schweden, Rußland gegen die gleiche kilometrische Einnahme für das Jahr 1884 zurückgeblieben ist. Im Jahr 1887 weist die größte Gesamteinnahme pro Kilometer mittlerer Betriebslänge Großbritannien (einschließlich Irland) und Belgien, die kleinste Gesamteinnahme Schweden und Dänemark aus.

Die höchsten und niedrigsten Einnahmen pro 1 km Betriebslänge ergaben für 1887 in den nachbenannten Staaten folgende Bahnen:

Höchste Einnahme	Niedrigste Einnahme
Deutschland:	
Main-Neckar-Eisenb. (eigene Strecken) 62 415 Mk.	Schleswig-Angeler Eisenbahn . 1840 Mk.
Österreich-Ungarn:	
Wiener Verbindungsbahn . . 188 750 Mk.	Großwardein-Belenyés-Vaskoher Lokalbahn 1234 Mk.

Höchste Einnahme	Niedrigste Einnahme
Großbritannien und Irland:	
Metropolitan District 702 073 Mk.	Llanelly and Mynydd Mawr ... 1105 Mk.
Frankreich:	
Chemins de fer d'intérêt général:	
Ceinture de Paris (Rive droite). 202 083 Mk.	Alais au Rhône 1238 Mk.
Chemins de fer d'intérêt local:	
Caen à la mer, Caen à Courséulles 174 356 Mk.	La Teste à l'Etang de Cacaux ... 678 Mk.
Belgien:	
Nord belge 63 654 Mk.	Taviers à Embresin 3865 Mk.
Italien:	
Mediterranea 20 837 Mk.	Basuluzzo - Frugarolo 1046 Mk.
Schweiz:	
Rigibahn . 50 462 Mk.	Wohlen - Bremgarten 2538 Mk.
Niederlande:	
Niederländische Rheineisenbahn 36 505 Mk.	Nordbrabant -Deutsche Eisenbahn 7328 Mk.
Rußland (1886):	
Petersburg-Moskau 103 728 Mk.	Polässje Bahnen 3374 Mk.

Pro Zugskilometer ergiebt sich für das Jahr 1887 die höchste Einnahme bei den Bahnen Österreich-Ungarns; diesen zunächst stehen die deutschen Bahnen. Die niedrigste Einnahme pro Zugskilometer entfällt im gleichen Jahr auf die niederländischen Bahnen.

In Österreich-Ungarn erzielte 1887 die höchste Einnahme pro Zugskilometer die Außig - Teplitzer Eisenbahn, 12,38 Mk., in Deutschland die Peine - Ilseder Eisenbahn, 6,954 Mk.; die geringste Einnahme pro Zugskilometer in Österreich-Ungarn die Dalmatiner Bahn, 1,02 Mk., in Deutschland die Schleswig-Angeler Eisenbahn, 0,79 Mk..

In Belgien (Privatbahnen) betrug die höchste Einnahme pro Zugskilometer 4,45 Mk. (Nord belge), die kleinste Einnahme pro Zugskilometer 0,86 Mk. (Taviers à Embresin).

In Italien erreichte die Eisenbahn Monteponi-Porto Vesme die höchste Einnahme pro Zugskilometer mit 4,31 Mk.; ihr zunächst steht die Eisenbahn Santhià - Biella mit 4,24 Mk.; die kleinste Einnahme pro Zugskilometer kommt auf die Bahn Basaluzzo-Frugarolo, 0,416 Mk. und die Bahn Camposampiero - Montebelluna, 0,418 Mk.

In der Schweiz entfällt die höchste Einnahme pro Zugskilometer auf die Rigibahn, 15,05 Mk.; ihr zunächst steht die Arth-Rigibahn mit 6,99 Mk.; die kleinste Einnahme pro Zugskilometer entfällt auf die Kriens-Luzerner Bahn, 0,97 Mk.; ihr zunächst steht die Waldenburger Bahn mit 1,00 Mk.

Die Einnahmen aus dem Güterverkehr stellen sich für das Jahr 1887 in den meisten Staaten bedeutend höher, als jene aus dem Personenverkehr, ausgenommen Dänemark (Staatsbahnen), wo die Einnahmen aus dem Personenverkehr noch überwiegen. In Deutschland sind die Einnahmen aus dem Güterverkehr pro Betriebskilometer anderthalbmal, in Österreich-Ungarn mehr als dreimal größer wie die Einnahmen aus dem Personenverkehr. In Großbritannien (einschließlich Irland) und Frankreich sind die Einnahmen aus dem Personenverkehr nicht wesentlich geringer als jene aus dem Güterverkehr, in den Niederlanden halten sie sich annähernd das Gleichgewicht.

Von den Gesamteinnahmen entfällt der höchste Prozentsatz auf die Einnahmen aus dem Personentransport bei den Bahnen Großbritanniens (einschließlich Irland), Frankreichs und Italiens, der niedrigste bei den Bahnen Österreich-Ungarns, Deutschlands und der Vereinigten Staaten von Amerika. Dementsprechend weisen auch die Bahnen der drei genannten Länder den höchsten Prozentsatz für die Einnahmen aus der Güterbeförderung aus.

Für einen Reisenden entfallen die größten Einnahmen auf die Bahnen der Vereinigten Staaten von Amerika, dann auf jene von Österreich-Ungarn und Italien; pro Tonne beförderten Gutes ergeben die höchsten Einnahmen die Eisenbahnen Italiens und Frankreichs.

Was die Einnahmen aus dem Personenverkehr im Jahr 1887 betrifft, so entfällt fast in allen Staaten auf die Einnahmen aus der ersten Klasse der geringste Anteil; nur in Großbritannien und Irland übersteigt der Betrag der ersten Klasse jenen der zweiten Klasse, welch letztere von einzelnen Bahnen gar nicht oder nur in beschränktem Maß geführt wird. In Frankreich und in Italien, wo mit Rücksicht auf den geringen Komfort der dritten Klasse und mit Rücksicht auf die Preisverhältnisse die erste und zweite Klasse stärker benutzt werden, ist der prozentuelle Anteil der Einnahme von Reisenden der ersten Klasse an der Gesamteinnahme aus dem Personenverkehr ein beträchtlicher (21, bezw. 17,45%). Dagegen fällt derselbe in Österreich-Ungarn bis auf 7,2% und in Deutschland bis auf 4,5%. Die zweite Klasse liefert die höchste Einnahme in Italien, die kleinste in Großbritannnien (einschließlich Irland); für die Benutzung der dritten Klasse wird im Vergleich mit den übrigen Wagenklassen am meisten in Österreich-Ungarn, Belgien und Großbritannien (einschließlich Irland), am wenigsten in Holland und Italien vereinnahmt. Eine vierte Klasse wird nur bei einzelnen Bahnen Deutschlands, Österreich-Ungarns und Italiens geführt. Die Einnahme aus der vierten Klasse beträgt in Deutschland im Jahr 1887 15,57%, in Österreich 0,92%, in Italien 0,12% der Gesamteinnahmen aus dem Personenverkehr.

Von den Einnahmen für die Güterbeförderung rührt nur eine sehr kleine Quote aus dem Post- und Eilgutverkehr her. Nach den Ergebnissen des Jahrs 1887 entfallen auf Eilgut in Deutschland und Österreich-Ungarn 2,5%, bezw. 2,6% der Gesamteinnahme aus dem Güterverkehr; in Italien 5,8%; von den übrigen Einnahmen für Güter entfällt zunächst der größere Teil auf Wagenladungen und nur ein kleinerer Teil auf Stückgut. Der Prozentsatz der Einnahme aus der Beförderung von Wagenladungsgütern ist am höchsten in Belgien und beträgt 88,7%. Die Einnahmen aus der Beförderung von Stückgut betragen in der Regel ein Sechstel bis ein Siebentel der Einnahmen aus der Beförderung von Wagenladungsgütern; nur in Großbritannien und Belgien ist das Verhältnis ein anderes. In Großbritannien und Irland ist die Einnahme für Stückgut höher als die Einnahme für Wagenladungsgüter, in Belgien dagegen macht die Einnahme für Stückgut ein Vierzehntel der Einnahme für Wagenladungsgüter aus.

Dr. Röll.

	Deutschland	Österreich-Ungarn	Niederlande	Belgien (Staatsbahnen)	Schweiz	Italien
	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.
Im Jahr 1860 betrugen die Gesamteinnahmen	217 422 000	156 429 910	—	23 548 334	—	—
Pro Kilometer Betriebslänge	20 079	30 310	—	31 792	—	—
Im Jahr 1870 betrugen die Gesamteinnahmen	510 243 000	265 018 548	—	36 302 648	26 370 799	77 718 951
Pro Kilometer Betriebslänge	28 128	31 590	—	41 775	18 212	14 098
Im Jahr 1880 betrugen die Gesamteinnahmen	886 012 544	421 486 344	—	91 098 470	48 016 297	144 085 455
Pro Kilometer Betriebslänge	26 285	23 018	—	33 715	18 713	16 536
Einnahmen aus dem Personenverkehr	236 333 201	92 668 010	19 790 390	30 213 609	18 864 575	59 641 970
Pro Kilometer Betriebslänge	7 012	5 061	10 729	11 182	7 352	6 845
Pro Reisenden	1,09	2,29	1,36	0,70	0,87	1,46
Einnahmen aus dem Güterverkehr	591 887 474	320 490 210	16 360 038	51 539 676	25 365 398	81 539 854
Pro Kilometer Betriebslänge	17 559	17 504	8 869	19 074	9 885	9 352
Pro Tonne	3,73	6,06	3,01	2,65	4,36	6,77
Sonstige Einnahmen	57 791 869	8 328 124	—	9 345 185	3 786 324	2 903 631
Pro Kilometer Betriebslänge	1 714	553	—	3 459	1 476	335
Im Jahr 1884 betrugen die Gesamteinnahmen	972 254 672	487 174 156	42 716 049	94 476 824	54 330 320	168 633 968
Pro Kilometer Betriebslänge	27 768	24 050	19 233	30 378	18 832	17 176
Im Jahr 1887 betrugen die Gesamteinnahmen	1 089 621 592	499 762 868	54 601 167	99 310 334	63 087 271	189 013 021
Pro Kilometer Betriebslänge	28 267	21 416	21 649	31 151	21 457	16 373
Einnahmen aus dem Personenverkehr	293 896 921	114 819 118	26 757 334	32 799 403	24 007 516	76 106 145
In Prozenten der Gesamteinnahme	26,97	22,97	49,04	33,01	38,05	40,26
Pro Kilometer Betriebslänge	7 748	4 920	10 609	10 249	8 166	6 592
Pro Reisenden	0,93	1,78	1,23	0,59	0,92	1,67
Einnahmen aus dem Güterverkehr	750 733 074	375 484 194	27 173 293	63 316 553	35 591 870	110 307 340
In Prozenten der Gesamteinnahme	68,89	74,93	49,77	63,75	56,41	58,35
Pro Kilometer Betriebslänge	19 509	16 090	10 775	19 757	12 106	9 555
Pro Tonne	4,23	4,77	2,57	2,45	4,26	7,26
Sonstige Einnahmen	44 991 597	9 459 556	670 540	3 194 378	3 487 885	3 187 817
In Prozenten der Gesamteinnahme	4,14	2,10	1,19	3,24	5,54	1,39
Pro Kilometer Betriebslänge	1 010	306	265	998	1 185	226
Gesamteinnahmen pro Zugskilometer	4,06	4,46	1,41	2,87	3,87	3,61

Betriebseinnahmenausweise (Betriebsausweise), die vor Fertigstellung der endgültigen Jahresrechnung zur Vorlage, bezw. zur Veröffentlichung gelangenden Ausweise über die für kürzere Perioden vorläufig (und vorbehaltlich der buchhalterischen Richtigstellung) ermittelten Roheinnahmen des Betriebs. In den meisten Staaten sind die Eisenbahngesellschaften verpflichtet, solche Ausweise nach einem von den Centralbehörden vorgeschriebenen Muster monatlich zu verfassen. Die Veröffentlichung dieser B., sowie jener der Staatsbahnen erfolgt zumeist in den Verordnungsblättern oder sonstigen offiziellen Organen (Amtszeitungen, Centralblätter etc.). Außer diesen Monatsausweisen werden aber auch von einzelnen Bahnverwaltungen, deren Papiere besondere Börsenspekulationsobjekte bilden, in noch kürzeren Perioden (Dekaden, Wochen) Nachweisungen über Einnahmen in der Tagespresse veröffentlicht.

Die B. enthalten zumeist Angaben über die Betriebslängen der Eisenbahnen, die Anzahl der in dem Gegenstandsmonat beförderten Personen und Tonnen Güter, ferner eine vergleichende Gegenüberstellung der Roheinnahmen, des Gegenstandsmonats zum gleichen Monat des Vorjahrs, wobei die gesamten Einnahmen, ferner die Einnahmen getrennt nach Personen- und Güterverkehr, sowie reduziert auf den Kilometer Betriebslänge besonders ausgewiesen werden.

Außerdem werden im Lauf des Jahrs die Summarien für die abgelaufenen Monate unter Gegenüberstellung der Ergebnisse der gleichen Periode des Vorjahrs, u. zw. in gleicher Unterteilung wie die Monatsangaben ausgewiesen und endlich auch die aus den Einnahmen der abgelaufenen Periode pro Kilometer und Jahr gerechneten Betriebseinnahmen den faktisch erzielten kilometrischen Roheinnahmen der gleichen Periode des Vorjahrs gegenübergestellt. Vielfach werden in der Anmerkung auch die Ursachen etwaiger Mehr- oder Mindereinnahmen, besonders aus der Bewegung von Cerealien und Kohlen ersichtlich gemacht (s. u. a. bezüglich Österreich Erlaß des Handelsministeriums vom 27. Juli 1877, bezüglich der Schweiz Kreisschreiben des Eisenbahndepartements vom 22. September 1885, bezüglich Italien Art. VIII des Bedingnisheft, Beilage I., des Eisenbahngesetzes vom 27. April 1885 u. a. m.) s. Betriebskontrolle.

Frankreich	Spanien	Groß-britannien und Irland	Dänemark (Staats-bahnen)	Schweden	Norwegen	Rußland	Vereinigte Staaten von Amerika
Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.
333 029 872	—	555 332 440	—	[Staatsbahnen] 997 920	762 679	—	—
36 504	—	33 082	—	3 898	11 216	—	—
507 212 320	—	868 341 400	2 636 824	7 639 573	2 102 001	—	—
29 075	—	34 735	5 001	6 833	5 743	—	—
848 493 050	121 059 603	1 309 832 500	11 697 444	36 150 096	4 841 700	622 123 098	2 437 892 495
36 748	17 174	45 020	9 418	6 275	4 550	27 470	17 229
296 101 744	—	544 009 280	6 190 554	10 841 949	2 120 664	138 024 482	—
12 824	—	18 842	4 984	1 882	2 006	6 940	—
1,43	—	0,72	1,05	1,54	1,25	—	—
513 671 018	—	715 226 060	5 183 181	24 515 230	2 609 676	456 364 701	—
22 247	—	24 772	4 173	4 255	2 469	19 536	—
6,10	—	2,43	5,58	4,36	3,28	—	—
38 720 288	—	50 597 160	323 709	792 917	111 359	27 733 915	—
1 677	—	1 406	261	138	75	994	—
849 918 934	139 772 511	1 351 003 942	14 854 443	42 124 612	7 023 668	752 652 794	3 082 766 386
28 608	16 936	44 511	13 274	6 382	4 451	30 617	16 948
857 182 414	141 069 977	1 418 867 520	15 115 632	41 330 786	—	809 002 320	3 948 000 000
25 576	15 221	45 013	9 932	5 722	—	30 596	17 901
335 965 293	54 333 964	611 465 740	7 830 908	—	—	—	1 043 530 000
39,19	25,96	43,09	51,80	—	—	—	26,43
10 024	5 859	19 399	5 145	—	—	—	4 731
1,48	2,70	0,83	0,93	—	—	—	2,43
487 054 954	86 736 013	746 825 980	6 342 908	—	—	—	2 758 210 000
56,82	74,04	52,63	41,96	—	—	—	69,86
14 529	9 352	23 693	4 167	—	—	—	12 506
6,07	8,84	2,78	5,25	—	—	—	4,99
34 162 167	—	60 575 800	941 816	—	—	—	144 198 260
3,99	—	4,28	6,24	—	—	—	3,71
1 023	—	1 921	620	—	—	—	664
3,66	5,09	2,91	—	—	—	—	3,66

Betriebseinrichtung, die Gesamtheit derjenigen Vorkehrungen, welche zu treffen sind, damit bis zur Vollendung des Baues auch alle Arbeitskräfte und sachlichen Gegenstände vorhanden und zur Thätigkeit bereit seien, welche für den Betrieb erforderlich sind. Zu der B gehört insbesondere die Anstellung des ganzen Betriebspersonals; die Aufstellung der nötigen Dienstvorschriften; die Beschaffung der erforderlichen Betriebsmittel (s. d.), der sämtlichen erforderlichen Materialien (s. Materialverwaltung) und Inventargegenstände (s. Betriebsinventarien); endlich die Aufstellung der Fahrpläne (s. d.) und der Tarife (s. d.), kurz die Regelung der ganzen Verkehrsordnung. (s. Betrieb).

Über die Vorschriften und Vereinbarungen zur Sicherung einer übereinstimmenden B. innerhalb der einzelnen Staaten als auch im internationalen Verkehr s. Betrieb.

Betriebseinstellung (*Interruption*, f., *d'exploitation en totalité ou en partie*). Eine solche kann bezüglich einer dem öffentlichen Verkehr übergebenen Bahn oder einzelner Teilstrecken derselben mit Rücksicht auf die bestehende, sowohl gegenüber den Staatsbahnen, als auch gegenüber den Privatbahnen begründete Betriebspflicht (s. Betrieb) nicht willkürlich, sondern nur mit Genehmigung der staatlichen Centralverwaltungsstelle erfolgen, eine Genehmigung, welche allerdings dann gegenstandslos ist, wenn die B. aus dem Grund erfolgte, weil die absolute Unmöglichkeit besteht, den Betrieb aufrechtzuerhalten; dies ist insbesonders dann der Fall, wenn eine Bahnstrecke durch Einwirkung von Elementarkräften (Schneeverwehungen, Überschwemmungen, Erd- und Lawinenstürze etc.), infolge von Bahnunfällen, durch gewaltthätige Zerstörung oder Beschädigung des Bahnkörpers oder sonst unfahrbar gemacht wird.

Sache der Bahnverwaltung ist es, in einem solchen Fall für die rascheste Behebung der Schäden und Wiedereröffnung des Betriebs (eventuell durch Herstellung provisorischer Anlagen) Vorsorge zu treffen. Es ist selbstverständlich, daß von solchen B. (Betriebsstörungen) der staatlichen Aufsichtsbehörde Anzeige erstattet werden muß; ebenso muß von derartigen B., sowie von der Wiedereröffnung des Betriebs das Publikum durch Anschlag in den Stationen und Kundmachung in den öffentlichen Blättern verständigt werden.

Außer den besprochenen, zumeist vorübergehenden B. erfolgen letztere wiederkehrend während einer bestimmten Periode jeden Jahrs bei Bahnen, welche konzessionsmäßig nur einen Teil des Jahrs hindurch dem Betrieb eröffnet zu sein haben (Bergbahnen u. dgl.).

B. können ferner im Zusammenhang mit finanziellen Katastrophen der Betriebsunternehmung erfolgen, wobei es Sache der Regierung ist, einer solchen Eventualität thunlichst vorzubeugen, sowie Maßregeln für die rascheste Wiederinbetriebnahme zu ergreifen.

Die B. kann ferner von der Staatsaufsichtsbehörde wegen gefahrdrohenden Zustands der Bahnanlagen, Nichterfüllung sonstiger gesetzlicher (konzessionsmäßiger) Betriebsbedingungen, sowie auch im Kriegsfall aus militärischen Rücksichten verfügt werden.

Dauernd kann eine B. in Fällen eintreten, in welchen eine Bahnstrecke wegen Ersatz durch eine andere außer Gebrauch gesetzt wird, so beispielsweise bei Umlegung einer Strecke, sowie dann, wenn von zwei Parallelbahnen mit dem Zeitpunkt, in welchem selbe unter einer Betriebsverwaltung vereinigt werden oder auch abgesehen von einer solchen, eine entsprechende Verständigung der Konkurrenzbahnen platzgreift, eine der Parallelstrecken außer Betrieb gesetzt wird (beispielsweise wurde auf der Strecke Brüx-Obernitz und Dux-Obernitz, welche ursprünglich sowohl von der Pilsen-Priesener, als von der Prag-Duxer Eisenbahn nebeneinander auf parallelen Gleisen befahren wurde, je eine Parallelstrecke im Vereinbarungsweg außer Betrieb gesetzt).

Auch die B. wegen mangelnder Rentabilität wurde wiederholt von der Regierung genehmigt (so z. B. bezüglich der Strecke Schaboglück-Priesen der Eisenbahn Pilsen-Priesen-Komotau).

Die Frage, inwieweit die Regierung ermächtigt sei, eine im Staatseigentum stehende Bahn aus eigener Machtvollkommenheit außer Betrieb zu setzen, wurde im Jahr 1883 im preußischen Abgeordnetenhaus eingehend besprochen. Es handelte sich um die Außerbetriebsetzung der Bahn von Herne nach Bodelschwing, zwischen welchen Punkten mehrere Verbindungen bestehen, so zwar, daß die Regierung sich auf den Betrieb der für das Verkehrsbedürfnis ausreichenden Strecke beschränken zu können glaubte. Die Regierung stellte sich auf den Standpunkt, daß die verantwortliche Leitung des Betriebs oder der Verwaltung der Staatsbahnen die Berechtigung wie die Verpflichtung der Regierung in sich schließe, den Betrieb der einzelnen Strecken zu erweitern, einzuschränken, eventuell ganz einzustellen, je nachdem dies durch die Verhältnisse im Interesse des Verkehrs und der Ökonomie der Verwaltung bedingt werde, während von der Gegenseite betont wurde, daß die Regierung zum Betrieb einer Bahn durch gesetzlichen Akt berechtigt werde, und daß sie daher auch verpflichtet sei, so lange dieser legislatorische Akt wirksam ist, den Betrieb fortzuführen.

Eine Entscheidung dieser wichtigen Frage erfolgte im Hinblick auf die komplizierte Beschaffenheit derselben nicht, und begnügte man sich damit, die staatsrechtlich differierenden Anschauungen zu formulieren, um so mehr als in merito der Vorgang der Regierung als zweckentsprechend angesehen werden mußte. (S. Betriebsstörung und Betriebsunterbrechung.)

Dr. Röll.

Betriebserfordernisse, s. Betriebseinrichtung.

Betriebsergebnisse *(Receipts*, pl., *from traffic; Resultats*, m. pl., *d'exploitation)*, im engeren Sinn die finanziellen Ergebnisse des Betriebs, also die Gegenüberstellung von Einnahmen und Ausgaben, und das Resultat dieser Gegenüberstellung (s. Betriebseinnahmen, Betriebskosten, Betriebskostenabgang, Betriebsüberschuß); im weitern Sinn jedoch die Gesamtheit derjenigen Thatsachen, welche sich am Schluß einer kürzeren oder längeren Betriebsperiode als solche darstellen, die sowohl vom volkswirtschaftlichen, als auch vom finanziellen Gesichtspunkt für ein Bahnunternehmen oder Bahnnetz von Wichtigkeit sind. Die B. in diesem weiteren Sinn sind Gegenstand der Eisenbahnstatistik (s. d.), welche die B. sammelt und zu übersichtlicher Darstellung bringt. Die Gliederung der B. in den meisten statistischen Mitteilungen ist im wesentlichen folgende:

I. Bahn- und Gleislängen, sowie Stationen.

A. Länge der Bahn:
1. Eigentumslänge:
a) der Hauptbahnen,
b) der Nebenbahnen,
c) im ganzen:
α) davon auf freier Strecke,
β) davon auf Stationen;
2. Betriebslänge.

B. Länge der (eigenen) Gleise:
1. durchgehende Gleise;
2. sonstige Gleise;
3. zusammen.

C. Stationen:
1. Bahnhöfe;
2. Haltestellen;
3. Haltepunkte;
4. zusammen.

II. Staatsangehörigkeit der Bahnen. Hier käme zur Darstellung, wie sich die Eigentumslänge jeder Bahn auf die Staaten, beziehungsweise Staatsteile verteilt, in welchen sich die Bahn befindet.

III. Ausstattung der einzelnen Landesteile mit Eisenbahnen. Dieser Punkt kann natürlich nur dann einen Gegenstand der B. bilden, wenn es sich nicht bloß um die B. einzelner Bahnen, sondern ganzer Bahnnetze handelt. Die Darstellung der B. weist hiebei zunächst die auf den Gebieten befindlichen Bahnen nach, und zwar ausgeschieden:

A. Bahnen mit normaler Spurweite:
1. Hauptbahnen,
2. Nebenbahnen.

Bei beiden müssen wieder ausgeschieden werden:
a) Staatsbahnen,
b) Privatbahnen unter Staatsverwaltung,
c) Privatbahnen unter eigener Verwaltung.

Diese verschiedenen Arten zusammenfassend hat die Statistik der B. sodann darzustellen, wie viel Bahnlänge 1. auf je 100 Quadratkilometer Grundfläche, 2. auf je 10 000 Einwohner trifft.

B. Schmalspurbahnen.

IV. Bestand und Beschaffungskosten der Betriebsmittel (s. Betriebsmittel).

A. Lokomotiven:

1. Bestand:
 a) im ganzen,
 b) davon Tenderlokomotiven,
 c) auf 10 Kilometer Betriebslänge x Stück;
2. Beschaffungskosten (einschl. Tender):
 a) überhaupt,
 b) auf 1 Lokomotive.

B. Personenwagen:

1. Anzahl der Wagen:
 a) Anzahl der Achsen:
 α) überhaupt,
 β) auf 10 Kilometer Betriebslänge;
 b) Anzahl der Sitz-, bezw. Stehplätze:
 α) überhaupt,
 β) auf 1 Achse;
2. Beschaffungskosten:
 a) überhaupt,
 b) auf 1 Achse.

C. Gepäck- und Güterwagen:

1. Anzahl der Wagen:
 a) Anzahl der Achsen:
 α) überhaupt,
 β) auf 10 Kilometer Betriebslänge.
 b) Tragfähigkeit:
 α) überhaupt,
 β) auf 1 Achse;
2. Beschaffungskosten:
 a) überhaupt,
 b) auf 1 Achse.

D. Postwagen:
 a) Zahl der Wagen,
 b) Achsenzahl.

V. Leistungen der Lokomotiven.

A. Leistungen der Lokomotiven in Lokomotivkilometern und Nutzkilometern.

B. Leistungen an Wagenachskilometern.

C. Leistungen an Tonnenkilometern.

VI. Leistungen der Wagen.

A. Leistungen der Personenwagen:

1. Leistungen an Wagenachskilometern;
2. Leistungen an Tonnenkilometern;
3. Nettolast für jede Achse, überhaupt und in Prozenten der Tragfähigkeit.

B. Leistungen der Gepäck- und Güterwagen:

1. Leistungen an Wagenachskilometern;
2. Leistungen an Tonnenkilometern;
3. Nettolast für jede Achse.

VII. Personenverkehr.

Zahl der Personen, der Personenkilometer und des auf 1 Personenkilometer treffenden Personengelds, ausgeschieden nach den verschiedenen Wagenklassen. (Hierzu noch Militärbeförderung.) Ausnutzung der vorhandenen Plätze in Prozenten; durchschnittliche Besetzung jeder Personenwagenachse mit Personen.

VIII. Güterverkehr.

A. Güterverkehr gegen Frachtberechnung:

1. Eil- und Expreßgut:
 a) Tonnen,
 b) Tonnenkilometer,
 c) Einnahme auf 1 Tonnenkilometer;
2. Frachtgut, ausgeschieden wie oben;
3. Militärgut, ausgeschieden wie oben;
4. Viehbeförderung, ausgeschieden wie oben;
5. frachtpflichtiges Dienstgut, ausgeschieden wie oben;
6. im ganzen:
 a) Tonnen,
 b) Tonnenkilometer,
 c) Einnahme:
 α) auf 1 Tonnenkilometer,
 β) auf 1 Kilometer Betriebslänge.

B. Güterbeförderung ohne Frachtberechnung.

C. Güterbeförderung im ganzen:

1. durchschnittliche Beförderungslänge jeder Tonne;
2. durchschnittliche Belastung jeder Güterwagenachse:
 a) beladen,
 b) im Durchschnitt aller Fahrten;
3. Einnahme pro Achskilometer.

IX. Baukosten (s. d.).

X. Betriebseinnahmen (s. d.).

XI. Betriebsausgaben (s. Betriebskosten).

XII. Betriebsüberschuss.

A. Überschuß der Betriebseinnahmen über die Ausgaben.

B. Zum Überschusse treten hinzu:

1. etwaige Zuschüsse aus Erneuerungs- und Reservefonds,
2. Subventionen, Garantievorschüsse etc.

C. Vom Überschuß gehen ab: Rücklagen in Erneuerungs- und Reservefonds.

D. Verfügbarer Überschuß.

E. Verwendung des verfügbaren Jahresertrags:

1. zur Verzinsung von Schulden;
2. zur Tilgung;
3. zur Dividendenzahlung;
4. zur Deckung von Verlusten, Tantiemen, Steuer;
5. außerordentliche Rücklagen zu sonstigen Zwecken;
6. Ablieferung an die Staatskasse;
7. Vortrag auf das folgende Jahr.

XIII. Betriebsdeficit (s. Betriebskostenabgang).

XIV. Beamte und Arbeiter.

A. Betriebsverwaltung:

1. Allgemeine Verwaltung:
 a) Anzahl der Beamten und Arbeiter,
 b) Besoldungen;
2. Bahnverwaltung: Anzahl und Besoldungen;
3. Transportverwaltung: Anzahl und Besoldungen;
4. gesamte Betriebsverwaltung: Anzahl und Besoldungen.

B. Werkstättenverwaltung: Anzahl und Besoldungen.

XV. Unfälle (s. d.).

A. Anzahl der Unfälle:

1. Entgleisungen;
2. Zusammenstöße;
3. sonstige Unfälle;
4. im ganzen.

B. Anzahl der verunglückten Personen:

1. Reisende: Tötungen und Verletzungen;
2. Bahnbeamte und Arbeiter: Tötungen und Verletzungen;
3. andere Personen: Tötungen und Verletzungen;
4. im ganzen: Tötungen und Verletzungen.

S. Betriebseinnahmen, Betriebskoefficient, Betriebskosten, Betriebskostenabgang, Betriebsüberschuß. Dr. M. Haushofer.

Betriebseröffnung *(Opening of a line; Ouverture, f., d'exploitation d'un chemin de fer)*, der Beginn des öffentlichen Verkehrs auf einer Bahnstrecke für den Personen- oder Gütertransport allein oder für die Personen- und Güterbeförderung. Die Eröffnung des Betriebs einer Bahn — sei es Staatsbahn oder Privatbahn, Vollbahn oder Nebenbahn — kann in Ländern, deren Eisenbahnen unter Aufsicht der Staatsgewalt stehen, nur nach erteilter Genehmigung der obersten Aufsichtsbehörde erfolgen (s. Abnahme der Bahn). Die Bewilligung zur B. ist an die Erfüllung aller jener Bedingungen geknüpft, welche die Bahn zu einer betriebsfähigen machen, d. h. die Konstruktion und Ausrüstung der Bahn und deren Zubehör (Gebäude, Betriebsmittel, Betriebsvorrichtungen) muß eine derartige sein, daß die Sicherheit und Regelmäßigkeit des Betriebs nach dem Zeitpunkt der B. außer Frage steht.

Von der Eröffnung einer Bahn für den öffentlichen Verkehr unabhängig ist das Befahren derselben mit Material- und Arbeitszügen (s. Bauzug) zu Bauzwecken vor der B. Diese Befugnis liegt schon in der Baukonzession und verpflichtet den Unternehmer gleichfalls zur Ergreifung umfassender Vorsichtsmaßregeln, berechtigt ihn aber nicht, solchen Personen die Mitfahrt zu gestatten, welche nicht beim Bau beschäftigt sind.

Das Recht, über die B. zu entscheiden, haben sich die einzelnen Staaten in den bezüglichen Eisenbahngesetzen und Verordnungen vorbehalten; in der Regel wird die Betriebsfähigkeit durch eine besondere Regierungskommission geprüft.

In Preußen darf eine Bahn dem Verkehr nicht eher eröffnet werden, als nach vorgängiger Revision der Anlage von der Regierung die Genehmigung dazu erteilt wurde (§ 22, Gesetz über die Eisenbahnunternehmungen vom 3. November 1838). Die Revision wird bei Privatbahnen durch die Eisenbahnkommissariate gemeinschaftlich mit Kommissionen der Regierung vorgenommen und haben diese letzteren über die Eröffnung zu verfügen (§ 2, Regulativ, die Eisenbahnkommissariate betreffend, vom 24. November 1848). Bei Staatsbahnen erfolgt die Revision durch eine Kommission der Bezirksregierung unter Teilnahme der mit der Bauausführung betrauten Behörde (Ministerialerlaß vom 6. November 1880). Über die Revision wird sodann ein Protokoll aufgenommen und dem Minister der öffentlichen Arbeiten Bericht erstattet, bei günstigem Ergebnis der Prüfung zugleich der Antrag auf Eröffnung des Betriebs gestellt. Nach erfolgter Genehmigung des Ministers wird die Eröffnungserklärung mit Festsetzung des Beginns des Betriebs öffentlich bekannt gemacht und ist außerdem der Tag der Eröffnung, mit Angabe der Bahnhöfe, Haltestellen, Haltepunkte, Kilometerentfernungen und Anschlüsse an bestehende Bahnen, dem Reichseisenbahnamt anzuzeigen.

In Bayern ist vor Eröffnung der Fahrten die Genehmigung des königl. bayrischen Staatsministeriums des königl. Hauses und des Äußern zu erwirken (Verordnung vom 20. Juli 1855, § 10).

In Österreich-Ungarn kann die B. bei Staats- und Privatbahnen (von der Staatsverwaltung unmittelbar oder durch Privatpersonen betrieben) erst dann erfolgen, wenn die besondere Bewilligung hierzu seitens des k. k. Handelsministeriums, bezw. seitens des königl. ungarischen Handelsministeriums erteilt ist. Zum Behuf der Erwirkung dieser Bewilligung muß bei Staatsbahnen von der hierzu berufenen Behörde, bei Privatbahnen von der Betriebsunternehmung ausgewiesen und durch eine eigene zu diesem Zweck abgesendete Kommission, welcher auch ein Abgeordneter der Statthalterei, in deren Bereich die Eisenbahn oder Eisenbahnstrecke gehört, beiwohnt, konstatiert werden, daß vermöge der Konstruktionsart der Bahn und der Beschaffenheit und Menge der für den Bahnbetrieb vorhandenen Gegenstände ein regelmäßiger, ungestörter und sicherer Betrieb mit vollem Grund erwartet werden kann. Es muß insbesondere vor der Eröffnung nachgewiesen werden:

a) daß die Bahn und die dazugehörigen Gebäude den diesfälligen Sicherheits- und Sanitätsgesetzen und -Vorschriften entsprechend gebaut erscheinen;

b) daß die Bahn mit den nötigen Fahrbetriebsmitteln in gehöriger Beschaffenheit und Menge versehen sei;

c) daß für die Erfordernisse zur Verhütung von Unglücksfällen, zur Unterstützung, Rettung und Abwendung größerer Gefahren dienliche Mittel in hinreichender Menge und gehöriger Beschaffenheit vorhanden seien;

d) daß die Bahn mit den zu einem geordneten Betrieb nötigen, gehörig qualifizierten Angestellten (Beamten und Dienern) versehen sei und daß dieselben bereits die nötigen Dienstesvorschriften und Instruktionen erhalten haben (§§ 1 und 2, kaiserl. Verordnung vom 16. November 1851).

In der Schweiz muß jede Bahn vor der B. durch Experten des Bundesrats in allen Teilen untersucht und wo dies passend erscheint, erprobt werden. Den Kantonen ist Gelegenheit zu geben, bei der Untersuchung und Erprobung der Bahnen sich vertreten zu lassen. Die B. kann erst dann vor sich gehen, wenn auf den Bericht dieser Experten der Bundesrat seine förmliche Bewilligung erteilt hat.

Die Kosten dieser Untersuchungen fallen zu Lasten der Bahngesellschaft (§ 17, Bundesgesetz über den Bau und Betrieb der Eisenbahnen auf dem Gebiet der schweizerischen Eidgenossenschaft vom 23. Dezember 1872). Überdies haben die Bahngesellschaften spätestens 30 Tage vor der beabsichtigten B. dem Bundesdepartement hiervon Anzeige zu machen. Die Untersuchung hat sich auf den Unterbau, den Oberbau, die Hochbauten, sowie auf die sämtlichen Einrichtungen und Anordnungen für den regelmäßigen Betrieb zu erstrecken. Die Experten erstatten dem Departement zu Handen des Bundesrats über das Ergebnis ihrer Untersuchungen einen umfassenden Bericht, welcher mit dem Antrag schließt, ob und unter welchen Bedingungen die Bewilligung zur Eröffnung des Betriebs erteilt werden könne (Art. 36 der Verordnung zum Bundesgesetz [23. Dezember 1872] vom 1. Februar 1875).

In Frankreich erteilt die Bewilligung zur B. der Hauptbahnen (Chemins de fer d'intérêt général) der Minister für öffentliche Arbeiten, nachdem eine von diesem ernannte Specialkommission die Prüfung der Betriebsfähig-

keit vorgenommen hat. Die Kommission besteht aus dem *Inspecteur général du contrôle des travaux*, dem *Inspecteur général directeur du contrôle d'exploitation* und einigen Chefingenieuren. Die B. der Nebenbahnen (Chemins de fer d'intérêt local) erfolgt nach erteilter Bewilligung seitens des Präfekten. Auch bei diesen Bahnen wird vorher die Betriebsfähigkeit durch eine vom Präfekten ernannte, aus mehreren Ingenieuren des Departements bestehende Kommission untersucht. Die erfolgte B. muß sogleich öffentlich bekanntgegeben werden.

In Belgien entscheidet über die Zulässigkeit der B. der Minister der Eisenbahnen, Post und Telegraphen.

In Italien ist die Genehmigung zur B. bei dem Generalinspektorat der Eisenbahnen (Division III) einzuholen, welches unter Verantwortlichkeit des Ministers der öffentlichen Arbeiten steht (Verordnung vom 16. November 1885).

In England ist das Railway-Departement des Board of Trade für die B. verantwortlich; es entsendet einen Ingenieur, welcher den Zustand der Bahn in Betreff der Sicherheit des Verkehrs zu untersuchen hat. Erst nach erfolgter Untersuchung wird die Eröffnungsbewilligung erteilt, bezw. verweigert.

Nachstehend geben wir das Datum der B. der ersten Eisenbahn in den einzelnen Staaten:

England (Stockton-Darlington)	27. Sept. 1825
Österreich (Linz-Budweis)	30. Sept. 1828
Frankreich (St. Etienne-Andrezieux)	1. Okt. 1828
Nordamerika (Boston zu einem Steinbruch)	28. Dez. 1829
Belgien (Brüssel-Mecheln)	3. Mai 1833
Deutschland (Nürnberg-Fürth)	7. Dez. 1835
Rußland (Petersburg - Zarskoje-Selo)	4. April 1838
Holland (Amsterdam-Harlem)	20. Sept. 1839
Italien (Neapel-Portici)	Oktober 1839
Dänemark (Kopenhagen - Roeskilde)	27. Juni 1847
Schweiz (Zürich-Badel)	9. Aug. 1847
Spanien (Barcelona-Mataró)	24. Okt. 1848
Norwegen (Christiania-Strömmen)	1. Juli 1853
Schweden (Nora-Karlskoga)	März 1856
Türkei (Czernawoda-Konstanta)	4. Okt. 1860
Griechenland (Athen-Piräus)	18. Febr. 1869
Serbien (Belgrad-Nisch)	4. Sept. 1884

Was die B. auf Bahnen betrifft, welche nicht dem öffentlichen Verkehr dienen (Privatanschlußgleise, Schlepp-Industriebahnen) so ist in einzelnen Staaten eine Genehmigung der Inbetriebnahme nicht erforderlich, so in Preußen (Ministerialerlaß vom 22. Dezember 1882), in anderen Staaten dagegen kann die B. von Privatgleisen ebenfalls nur auf Grund der Bewilligung der Aufsichtsbehörde erfolgen. (S. österr. Ministerialverordnung vom 29. Mai 1880, § 24, vom 25. Januar 1879, § 32; engl. Railway Regulation Act vom 30. Juli 1842, 5. und 6. Vict., chap. 55.)

Dr. Ziffer.

Betriebsetat, Voranschlag der Betriebseinnahmen und -Ausgaben für eine bestimmte Rechnungsperiode (Etatjahr). Die Aufstellung des B. ist im Interesse einer geregelten Gebarung, sowohl bei Staats- als auch bei Privatbahnen erforderlich; der B. der Staatsbahnen unterliegt als Bestandteil des Staatshaushalts denjenigen Bestimmungen, welche für letzeren gelten und muß deshalb der Staatsregierung zur Genehmigung vorgelegt, beziehungsweise in konstitutionellen Staaten der verfassungsmäßigen Behandlung unterzogen werden.

Bei Privatbahnen wird der B. dem Vorstand der Gesellschaft (Verwaltungsrat, Administrationsrat) vorgelegt; ausnahmsweise muß auch der B. der Privatbahnen, an deren Gebarung der Staat finanziell interessiert ist, der Regierung zur Genehmigung vorgelegt werden. So ist durch den russischen Erlaß vom 26. Juni 1887 angeordnet worden, daß alle Eisenbahngesellschaften, welche staatliche Zinsgarantie genießen oder der Regierung für geleistete Vorschüsse Geld schulden, spätestens im November jedes Jahrs ihren B. für das folgende Jahr dem Ministerium der Verkehrsanstalten vorzulegen haben; das letztere hat den B. zu prüfen und nach etwaiger Abänderung festzustellen.

Nach Art. 90 des italienischen Betriebsregulativs (kgl. Dekret vom 17. Januar 1886) sind dem Generalinspektorat bis 15. September jedes Jahrs auf zwei Jahre berechnete Voranschläge der Bruttoeinnahmen, dann gewisser Ausgaben (so für Oberbauerneuerung und Rollmaterial) vorzulegen.

In Österreich sind die eine staatliche Zinsengarantie genießenden Bahnen ebenfalls verhalten, behufs Liquidierung von Garantievorschüssen, Einnahmen- und Ausgabenpräliminarien der Regierung vorzulegen.

In Frankreich haben die, eine Zinsengarantie genießenden Bahnen auf Grund einer Verordnung vom 24. Februar 1888 im dritten Viertel eines Jahrs den B. für das nächste Jahr in bestimmt vorgeschriebener Form der Regierung zur Prüfung zu unterbreiten.

Bezüglich der Grundsätze, nach welchen bei Aufstellung des B. vorzugehen ist, wäre Folgendes zu bemerken:

Was zunächst den Einnahmenetat betrifft, so muß bei Schätzung der Einnahmen auf die Ergebnisse der früheren Jahre, auf die aus der Aufeinanderfolge dieser Ergebnisse abzuleitenden statistischen Thatsachen, (gleichmäßige Zu- oder Abnahme des Verkehrs, beziehungsweise Einnahme), auf Änderungen in den wirtschaftlichen Verhältnissen, welche den Verkehr und somit auch die Einnahmen beeinflußen (Aufschwung oder Niedergang gewisser Industriezweige, Entstehen neuer industrieller Etablissements, Eröffnung neuer Zufuhr- und Konkurrenzbahnen, Wirkung der Erhöhung oder Ermäßigung der Tarife etc.) Rücksicht genommen werden.

Bei Aufstellung des Ausgabenetats müssen ebenfalls die Verhältnisse früherer Jahre Berücksichtigung finden und unter Zugrundelegung des zu erwartenden Verkehrs, der Normalbesoldungssätze, sowie der erfahrungsmäßigen Einheitssätze der Ausgaben (pro Zugs-, Achs- und Tonnenkilometer), eingetretener Änderungen in den Material- und Lohnpreisen etc. die einzelnen Ausgabepositionen festgestellt werden.

Fast bei allen Staatsbahnen wird zwischen dem eigentlichen B. und dem außerordentlichen Etat (Extraordinarium), das ist dem Voranschlage der nicht aus dem Transportgeschäft entspringenden Einnahmen, sowie der eine Vermehrung des Anlagewerts herbeiführenden, also das Anlageconto betreffenden und bei Privatbahnen dem Kapitalconto zur Last fallenden Auslagen unterschieden.

Bei den Staatseisenbahnverwaltungen bestehen gewöhnlich sehr eingehende Vorschriften über die Einrichtung und Vorlage der B.; bei den preußischen Staatsbahnen sind insbesonders durch den Erlaß vom 15. Oktober 1885 (Verordnungsblatt, S. 323) sehr ausführliche Bestimmungen getroffen und Formularien angeordnet worden.

Dennoch haben behufs Aufstellung der Etats der Staatseisenbahnverwaltung in dem Voranschlag des Staatshaushalts die Direktionen rechtzeitig Vorberichte an den Minister zu erstatten. Diese Vorberichte werden bei den Direktionen durch die Abteilungen II und III für die ihnen unterstehenden Dienstzweige gemacht.

Der Etat der preußischen Staatseisenbahnverwaltung ist nach Eisenbahndirektionsbezirken getrennt und besteht aus der eigentlichen Zusammenstellung der veranschlagten Einnahmen und Ausgaben, sowie aus allgemeinen und speziellen Erläuterungen hierzu. Einnahmen und Ausgaben sind nach dem Normalbuchungsschema für die deutschen Eisenbahnen eingestellt. Die Einnahmen zerfallen in folgende Titel, u. zw.:

1. Personen- und Gepäckverkehr;
2. Güterverkehr;
3. Vergütung für Überlassung von Bahnanlagen und für Leistungen zu Gunsten dritter;
4. Vergütung für Überlassung von Betriebsmitteln;
5. Erträge und Veräußerungen;
5*a*. gesetzliche Witwen- und Waisengeldbeiträge;
6. verschiedene sonstige Einnahmen.

Die Ausgaben sind gegliedert in dauernde, einmalige und außerordentliche; erstere zerfallen in Betriebsausgaben (Kapitel 23—30) einerseits, Zinsen und Amortisationen (Kapitel 31) anderseits. Die Betriebsausgaben sind geschieden in persönliche und sachliche Ausgaben (allgemeine Kosten, Steuern und Abgaben, Ersatzleistungen, Unterhaltung der Bahnanlagen, Kosten der Züge und der Unterhaltung der Transportmittel, Kosten der Erneuerung des Oberbaues und der Betriebsmittel, Kosten erheblicher Ergänzungen, Erweiterungen und Verbesserungen, Kosten der Benutzung fremder Bahnanlagen, Kosten der Benutzung fremder Betriebsmittel).

Die einmaligen und außerordentlichen Ausgaben (Kapitel 6) betreffen insbesonders Um- und Neubau von Bahnhofanlagen, Herstellung von Centralweichenapparaten, Ausrüstung der Betriebsmittel mit Bremsen, Ausrüstung der Züge mit Gasbeleuchtung und Herstellung von Fettgasanstalten, Herstellung von Kontaktapparaten und endlich den Dispositionsfonds für unvorhergesehene Auslagen.

Der Etat der österreichischen Staatsbahnen ist im Staatsvoranschlag unter Zugrundelegung des Kontierungsschema für die österreichischen Bahnen entwickelt.

Die Einnahmen sowohl, als die Ausgaben sind in ordentliche und außerordentliche geschieden. Zu den ordentlichen Einnahmen zählen die Transporteinnahmen (gegliedert nach Civilpersonen, Militär, Gepäck, Eilgüter, Frachtgüter), Vergütung für Postbeförderung und aus dem Lokalbahnbetrieb, Erträgnis des Salzgeschäfts, der Hôtels, Anteil an dem Erträgnis der Wiener Verbindungsbahn und sonstige verschiedene Einnahmen; zu den außerordentlichen Einnahmen zählen insbesonders Münzgewinne, Zinsenvergütungen für gewisse, von dritten benutzte Anlagen etc.

Die ordentlichen Ausgaben sind nach den vier Hauptdienstzweigen (allgemeine Verwaltung, Bahnaufsicht und Bahnerhaltung, Verkehrs- und kommerzieller Dienst, Zugförderungs- und Werkstättendienst) und innerhalb dieser Zweige nach persönlichen und sachlichen Betriebserfordernissen gegliedert; die außerordentlichen Ausgaben umfassen jene für größere Erweiterungsbauten, für Einlegung von Stahlschienen und imprägnierten Schwellen, für Fahrparkvermehrung etc.

Der den gesetzgebenden Körpern vorgelegte Etat der Staatsbahnen wird durch die Annahme und Sanktion desselben zum Bestandteil des Finanzgesetzes und bildet für die Staatseisenbahnverwaltungen einen Rahmen für ihre finanzielle Gebarung, welcher allerdings bei der Veränderlichkeit der die Einnahmen und Ausgaben des Eisenbahnbetriebs bestimmenden Momente nicht immer vollständig eingehalten werden kann; selbstverständlich bedürfen jedoch auch im Etat der Staatsbahnen Überschreitungen einer Rechtfertigung und der nachträglichen Genehmigung der gesetzgebenden Faktoren.

Bei den Privatbahnen ist das Etatwesen weitaus nicht in jener umständlichen Weise wie bei den Staatsbahnen entwickelt; die Vorlage und Genehmigung vollzieht sich, sofern sie überhaupt erfolgt, in einer viel formloseren und einfacheren Weise, als bei den Staatsbahnen.

Dr. Röll.

Betriebsfähigkeit, derjenige Zustand einer Bahn, welcher den regelmäßigen Betrieb derselben gestattet. Hinsichtlich der Bedingungen der Betriebsfähigkeit und deren Zustand s. Betriebseröffnung.

Betriebsgesellschaft, die zum Zweck der Betriebsführung einer vom Eigentümer, bezw. Erbauer nicht selbst betriebenen Eisenbahn gebildete Gesellschaft, s. Betriebsunternehmer.

Betriebsingenieur, Bezeichnung für den obersten Beamten der Bahnerhaltung einer Verwaltung oder häufiger für die Vorstände der Bahnabteilungen (Bahnerhaltungsabteilungen, Ingenieursektionen), welchen innerhalb gewisser Bezirke (zwischen 40 und 100 km) die Leitung und Überwachung des Bahnerhaltungs- und Bahnaufsichtsdienstes obliegt; für diese Funktionäre kommt (so bei den bayrischen und sächsischen Staatsbahnen, bei der hessischen Ludwigs-Bahn etc.) auch die Benennung Bezirksingenieure vor, s. Bahnaufsicht und Bahnerhaltung.

Betriebsinspektor (*District Superintendent; Inspecteur*, m., *du mouvement*), Bezeichnung für den obersten Betriebsbeamten (Betriebsdirektor) kleinerer Privatverwaltungen oder für Beamte, welchen die Überwachung des Betriebsdienstes im ganzen Bereich einer Eisenbahn, bezw. in einem abgegrenzten Bezirk des Bahnnetzes übertragen ist. Die B. als Kontrollorgane sind entweder der Centralstelle zugeteilt oder außerhalb des Sitzes derselben in Verwendung; ihr Wirkungskreis erstreckt sich auf alle oder nur auf einzelne Zweige des Betriebs bei den badischen Staatsbahnen überwachen die B. (14 an der Zahl) den äußeren Stations-,

Fahr- und Telegraphendienst, dann den Expeditions- und Lokalkassendienst.

Die württembergischen Staatsbahnen sind in 13 Bezirke eingeteilt, und besorgt innerhalb eines jeden Bezirks je ein B. die Betriebsleitung.

Bei den sächsischen Staatsbahnen sind B. den Betriebsoberinspektionen als Kontrollorgane zugeteilt. Die bei mehreren Verwaltungen (so z. B. bei den preußischen Staatsbahnen und den elsaß-lothringischen Bahnen) vorkommende Bezeichnung „Eisenbahnbau- und Betriebsinspektoren" ist nicht mit der Versehung eines bestimmten Dienstpostens verknüpft; bei den preußischen Staatsbahnen sind Bau- und Betriebsinspektoren insbesondere als Hilfsarbeiter bei den Eisenbahndirektionen und Betriebsämtern, sowie als Vorstände der Bureaux bei ersteren verwendet. Bei einzelnen kleinen deutschen Privatbahnen bezeichnet man als Bau- und Betriebsinspektor oder Bahn- und Betriebsinspektor wohl auch den Leiter der Bau- und Betriebsdienstabteilung bei der Direktion.

Betriebsinventar (*Inventaire*, m., *du service actif*), Gesamtheit aller bei einem Eisenbahnunternehmen vorhandenen Gebrauchsgegenstände, welche mittelbar oder unmittelbar für Betriebszwecke erforderlich sind. Zum B. gehört sonach die gesamte Ausrüstung einer Bahn (s. d.) mit Ausschluß der Verbrauchsmaterialien (s. Betriebsmaterialien), u. zw.:

1. Fahrbetriebsmittel nebst Reservebestandteilen und Einrichtungsstücken, wie Bänke, Brustbäume, Beschläge, Kippen u. dgl. (s. Betriebsmittel).

2. Inventarien für den Bahnaufsichts- und Bahnerhaltungsdienst (mathematische und physikalische Apparate, Nivellierinstrumente, Meßgeräte, Wasserwagen, Kontrolltafeln, Kontrolluhren, Signalscheiben und -Fahnen, ferner Werkzeuge aller Art, wie Gleisheber, Schienenbohrer, Schotterschlegel, Zirkel, Krampen, Schaufeln, Hämmer u. dgl.

3. Inventarien für den Heizhaus- und Werkstättenbetrieb. Dazu gehören außer den vielen kleinen Handwerkzeugen für die Schlosser, Schmiede und Spengler: Dampfkessel, Dampfmaschinen, Dampfhämmer, Schienenbiegemaschinen, Blechbiegemaschinen, Blechspannmaschinen, Bohrmaschinen, Dexelmaschinen, Drehbänke, Drehstühle, Schraubstöcke, Centrierbänke, Feil-, Frais- und Hobelmaschinen, Hebezeuge, Winden, Pumpen, Krane, Transmissionen, endlich eine Reihe von Gerätschaften zum Heizen, Putzen und Reinigen der Fahrbetriebsmittel.

4. Inventar für den Stations- und Expeditionsdienst, wie Aufladeböcke, Brücken und Rampen, Profilschablonen, Scheibtruhen, Karren, Leitern, Laternen, Decimal-, Centesimalwagen samt Cimenten, Stationsglocken, Stations- und Wächteruhren, Billetkästen, Billetdruck- und Zählmaschinen, Billetkomposteure, Markier- und Plombierzangen, Kassen, Kassetruhen, weiters Decktücher, Desinfektionsapparate, Löschgeräte, Rettungskästen u. s. w.

5. Inventar für den Telegraphen- und Signaldienst, und zwar Apparate samt Zubehör für die Morsé-Korrespondenz, für den Signaldienst, für Stations- und Weichensicherung, für den Telephondienst und für Haustelegraphen.

6. Möbel, sowie sonstige Einrichtungsstücke für Bahngebäude, und zwar für Kanzleiräume in Verwaltungs-, Stations-, Heizhaus- und Werkstättengebäuden, für Restaurationsräume, Wartesäle nebst Toiletten, Wasch- und Baderäume, für Schlafräume der Bediensteten (Kasernen), für Wächterhäuser, Signalbuden u. s. w., ferner sonstige Geräte für Bahngebäude, z. B. Beleuchtungs-, Beheizungs-, Reinigungs-, Feuerlöschrequisiten (Lampen, Luster, Laternen, Kohlenkörbe und Kisten, Besen, Bürsten, Schaufeln, Feuerspritzen, Wassereimer, Exstinkteurs, Leitern, Wasserwagen), Gartenwerkzeuge und Geräte für die Pflege der Gartenanlagen (Grasmähmaschinen, Graskratzer, Rechen, Baumscheren).

7. Wissenschaftliche Werke, Gesetz- und Normaliensammlungen, Zeitschriften und sonstige Behelfe für Kanzleizwecke, als Landkarten, Pläne, Zeichnungen, Schreibmaschinen, Kopierpressen, lithographische Pressen, Hektographen, Amtssiegel, Briefwagen, Zeichen- und Schreibrequisiten.

Die das B. bildenden einzelnen Gegenstände werden zumeist durch die Materialmagazine im Offertweg zur Bevorrätigung (s. Bedingnisse) beschafft und nach Bedarf von den exekutiven Dienstesstellen mittels Präliminare (in der Regel für mehrere Monate) angesprochen, und zwar hat die Anforderung getrennt für Ersatz (Austausch) und Vermehrung (Neuerfordernis) zu erfolgen. Für die Benennung der einzelnen Inventargegenstände werden von den Bahnverwaltungen eigene Rubrikenschemata herausgegeben. Das B. wird als Eigentumsstück und Vermögensobjekt der Eisenbahnverwaltung fortgesetzt im Bestand geführt.

Das zur Bevorrätigung angeschaffte B. wird in der Regel zu Lasten eines besonderen Materialvorratsconto gebucht, und erfolgt die Belastung der Betriebsrechnung mit dem Anschaffungswert erst in dem Zeitpunkt, in welchem der betreffende Gegenstand von dem Materialmagazin aus dem Vorrat an eine exekutive Dienststelle zur Gebrauchnahme abgegeben wurde.

Betriebsjahr, die einjährige Periode, für welche ein Abschluß der Betriebsrechnung erfolgt. Das B. fällt nicht immer mit dem Kalenderjahr zusammen; s. diesbezüglich Betriebsrechnung.

Betriebskapital (*Rolling - founds*, pl.; *Fonds*, m. pl., *de roulement*), ist bei den Eisenbahnen im Gegensatz zu dem investierten (stehenden) Kapital dasjenige, welches vorhanden sein muß, um die laufenden Betriebsausgaben zu decken. In der Regel wird bei Eröffnung einer Eisenbahn aus dem Anlagekapital ein entsprechender Betrag zur Anschaffung des für die erste Zeit erforderlichen Materialquantums, sowie zur Bestreitung der sonstigen Betriebsausgaben in der ersten Zeit (Betriebsvorauslagen) verwendet; das weitere Betriebskapital bilden die laufenden Einnahmen, soweit selbe zur Deckung der Ausgaben benötigt und verwendet werden; übrigens braucht das B. bei weitem nicht in seinem Jahresbedarf vorhanden zu sein, nachdem dasselbe in kürzeren Perioden umgesetzt wird.

Nach Sax, Die Eisenbahnen, Wien 1879, genügt außer einem ständigen Vorrat von Materialien ein Baarvorrat von der Hälfte des Jahresgeldbedarfs.

Was das Verhältnis des B. zum stehenden (Anlagekapital) betrifft, so ist das erstere weitaus geringer und bildete beispielsweise 1875

bei den deutschen Bahnen den vierzehnten, 1887 den siebzehnten Teil des Anlagekapitals.

Betriebskasse, nach der Organisation der preußischen Staatsbahnen die Kasse zur Besorgung des gesamten Geldverkehrs, sowie der Einnahmen und Ausgaben der Eisenbahnbetriebsämter. Insoweit eine B. nicht errichtet ist, werden die derselben zugewiesenen Geschäfte nach näherer Bestimmung des Ministers, welcher auch die Geschäftsordnung der B. feststellt, von der Hauptkasse, bezw. von den Stationskassen der betreffenden Eisenbahndirektion mit wahrgenommen (§ 19 der Staatseisenbahnorganisation). Die zeitweise Revision der B. obliegt dem Betriebsdirektor. Ähnliche Kassen wie die B. der preußischen Bahnen bestehen auch bei den Mittelstellen anderer Staatsbahnverwaltungen; so ist jedem bayrischen Oberbahnamt ein Betriebskassier zugeteilt; desgleichen haben die Eisenbahnbetriebsdirektionen der österreichischen Staatsbahnen je eine besondere Betriebsdirektionskasse.

Betriebskoefficient *(Proportion per Cent of expenditure to receipts; Coefficient,* m., *d'exploitation)*, Regieprozent, das Verhältnis der Betriebsausgaben einer bestimmten Periode zu den Betriebsroheinnahmen derselben Periode; der B. wird in Prozenten der Einnahmen ausgedrückt (beträgt z. B. der B. 52%, so bedeutet dies, daß die Betriebsausgaben 52% der Roheinnahmen verzehren). Der B. bewegt sich in der Regel zwischen 40% und 60%; doch kommen selbstverständlich auch Fälle vor, in welchen der B. unter 40% sinkt, bezw. über 60% und selbst über 100% steigt.

Es betrug beispielsweise 1887

der höchste B.	der niedrigste B.
in Deutschland:	
182·7 (Militärbahn),	37,4 (kgl. Dir. Altona),
88,5 (Ilmebahn),	42,8 (Wilhelm-Luxemburger Eisenb.);
in Österreich:	
141,06 (Dalmatiner Bahn),	27,65 (Mährisch-Weißkirchen - Swetin, Nordbahn),
133,99 (Istrianer Bahn)	28,34 (Mármaroser Salzbahn);
in der Schweiz:	
170,84 (Wohlen-Bremgarten),	45,52 (Wädensweil-Einsiedeln),
133,47 (Rappersweil-Pfäffikon),	46,64 (Gotthardbahn);
in Belgien:	
110,21 (Hasselt - Maeseyk),	43,31 (Nord belge),
84,91 (Gent - Terneuzen),	51,94 (Grand Central belge);
in Frankreich, Chemins de fer d'intérêt général:	
274,3 (Arles à St. Louis du Rhône),	33,7 (Somain à Anzin);
226,9 (Alais au Rhône),	44,1 (Paris-Lyon-Méditerranée);
in Frankreich, Chemins de fer d'intérêt local:	
445,3 (Société des chemins de fer du Cambrésis),	45,5 Fourvières et Ouest-Lyonnais);
in Großbritannien und Irland:	
154% (Golden Vally),	27% (Stockbridge),
117% (East and West Junction),	42% (Maryport and Carlisle);
in Italien:	
356,52% (Basaluzzo-Frugarolo),	42,69% (Santhià-Biella),
210,37% (Fossano-Mondovi),	51,10% (Arezzo - Fossato),
145,90% (Sarda),	52,31% (Settimo - Rivarolo - Castellamonte);
in Rußland pro 1886:	
177,97% (Polässje [Staatsbahn.]),	38,54% (Moskau-Jaroslawl-Wologda),
111,22% (Iwangorod-Dombrowa),	39,87% (Moskau-Nishni).

Man wäre versucht, anzunehmen, daß der Betrieb einer Bahn um so ökonomischer sei, je geringer der B. sich gestaltet. Diese Annahme trifft nicht zu und läßt das Verhältnis der B. verschiedener Bahnen einen Schluß auf die Ökonomie des Betriebs bei den in Vergleich gezogenen Bahnen in dem Sinn nicht zu, daß der Betrieb der Bahn mit geringerem Koefficienten ökonomischer sein müsse, als jener einer Bahn mit höherem B. Eine ungünstigere Gestaltung des letzteren kann ebensowohl auf unzureichende Ökonomie als auf Kosten, welche von letzterer unabhängig sind, auf niedrigere Transportpreise oder auf die geringere Intensität des Verkehrs zurückzuführen sein. In der Regel wird man sogar die Verschiedenheiten in den B. vielmehr dem Einfluß der Verkehrs- und Einnahmenverhältnisse, als jener der Auslagenökonomie zuzuschreiben haben. Sax leitet aus der Entwicklung der Verkehrs- und Einnahmeverhältnisse ein „Gesetz" für die Bewegung des B. ab; der B. zeigt danach bei schwachem Verkehr am Beginn der Entwicklung einen hohen Stand, sinkt mit der wachsenden Verkehrsdichte und nimmt bei höheren Intensitätsgraden (infolge Sinkens der Transportpreise und kostspieligerer Betriebssysteme) eine aufsteigende Richtung an. Dieses Gesetz wird, wie Sax selbst zugeben muß, in seiner Erscheinung vielfach modifiziert durch verschiedene jene Erscheinungen hemmende oder bestärkende Faktoren.

Was zunächst Deutschland betrifft, so absorbierten hier die Betriebsausgaben vor 1850 durchschnittlich 60% der Einnahmen; seit jener Zeit trat eine Besserung ein. 1851 betrug der B. 45%, 1869 $44^1/_3$%, 1881 und 1882 stieg derselbe auf 53,9%, 1885 auf 56,38%; seither ist er wieder, und zwar 1886 auf 54,95%, 1887 auf 52,69% gefallen.

In Österreich-Ungarn betrug der B. 1855 53,9%, 1860 42,9%, 1865 39%, 1872 49,8%, 1873 50,48%, 1875 52,43%, 1878 47,99%, 1882 50%, 1885 stieg der B. auf 52,79% und ist seither auf 47,79% im Jahr 1886 und auf 46,95% im Jahr 1887 gefallen.

In Belgien betrug der B. 1845 72,15%, fiel 1854 auf 58,52%, 1871 auf 49,73% und stieg seither 1874 auf 58,25%, 1882 auf 61·3%; seither ist der Koefficient ebenfalls, und zwar 1885 und 1886 auf 58,35, bezw. 56,16%, 1887 auf 53,75% gefallen.

Der B. in Frankreich und Großbritannien (einschließlich Irland) erwies sich viel stationärer; er schwankt in Frankreich seit 1844 zwischen 40,75% (1852) und 55,9% (1885); seither ist er (1887) auf 53,20% zurückgegangen;

in Großbritannien und Irland bewegte sich seit 1869 der B. zwischen 47% (1860, 1864, 1871) und 55% (1874), 1882 betrug er 52%, 1885 53,2%, 1887 wieder 52,24%.

Aus obigen Anführungen erhellt, daß der B. 1885 einen hohen Stand erreichte, daß jedoch seither wieder eine absteigende Bewegung wahrzunehmen ist, welche wohl auf das stete Steigen der Verkehrseinnahmen einerseits, auf das Sinken der Material- und Lohnpreise anderseits zurückzuführen ist.

Die bedeutende Preiserhöhung, welche namentlich die Kohle in letzter Zeit erfahren hat, dürfte im Zusammenhang mit Erhöhungen der Löhne und anderer Auslagen (Kranken- und Unfallversicherung der Arbeiter etc.) in den nächsten Jahren voraussichtlich wieder eine Verschlechterung des B. zur Folge haben.

Nachstehende Zusammenstellung bietet für die Mehrzahl der europäischen Staaten, sowie für die Vereinigten Staaten von Amerika eine Übersicht der durchschnittlichen B. der Eisenbahnen in einer Reihe von Jahren.

Dr. Röll.

	Für das Jahr								
	1855	1860	1865	1870	1875	1880	1885	1886	1887
Belgien (Staatsbahnen)	51,69	47,47	51,25	55,46	65,15	59,88	58,35	56,16	53,75
Dänemark (Staatsbahnen)	—	—	71,57	60,55	72,66	63,48	81,01	85,52	87,04
Deutschland	51,08	45,98	45,00	53,10	58,80	53,93	56,38	54,95	52,69
Frankreich	41,90	45,00	46,40	49.30	51,00	50,80	55,90	53,49	53,20
Großbritannien und Irland	(1858) 48,70	47,49	48,80	48,17	54,56	51,30	53,20	52,50	52,24
Italien	—	—	56,99	58,04	61,81	61,18	70,39	64,46	64,65
Niederlande (Vereinsbahnen)	—	—	45,20	51,40	—	60,50	57,60	57,10	56,90
Norwegen	66,90	64,60	65,00	65,30	72,00	73,60	72,90	73,08	—
Österreich-Ungarn	53,90	42,90	39,00	40,13	52,43	47,14	52,79	47,79	46,95
Rußland	—	—	61,90	51,00	65,70	78,49	60,30	62,77	57,02
Schweden (Staatsbahnen)	—	—	59,76	53,17	64,40	60,54	64,77	70,58	71,01
Schweiz	—	—	47,10	50,31	64,22	52,48	53,49	54,49	53,54
Spanien	—	—	—	—	44,57	43,97	46,16	41,26	59,26
Ver. Staaten von Amerika	—	—	—	—	63,10	60,70	65,12	63,84	64,47

Betriebskontrolle (*Contrôle*, m., *d'exploitation*), die Überwachung der unteren Dienstesstellen in Bezug auf die ordentliche fachgemäße Ausführung des gesamten Betriebs- und Kassendienstes. Dieselbe wird durch die Centralleitungen der Bahnen und deren besonders zu diesem Zweck bestellte Organe (Inspektoren, Controleure, Revisoren) gehandhabt und bezieht sich auf alle mit dem Eisenbahnbetrieb verbundenen besonderen Verrichtungen und Obliegenheiten der ausführenden Organe. So verschiedenartig die Verpflichtungen der letzteren, ebenso mannigfaltig sind auch die dem Zweck der Überwachung dienenden Vorkehrungen, welche sich indessen der Hauptsache nach in zwei Hauptrichtungen scheiden, und zwar:

1. in die unmittelbar wirkende (aktive) und
2. in die Rechnungskontrolle.

Die unmittelbare Kontrolle der ordnungsmäßigen Dienstesausführung obliegt nach den allgemeinen Verwaltungsgrundsätzen in erster Linie schon jedem Dienstvorstand im gesamten Bereich der ihm unterstellten Geschäfte und Personen, in weiterer Folge den Verwaltungsstellen höherer Ordnung und den Fachvorständen der Centralleitungen; denselben sind indes zur ständigen Überwachung gewisser, zu Verstößen häufiger Anlaß gebenden Dienstesverrichtungen besondere Organe beigegeben, welche sich mit der speciellen Beaufsichtigung einzelner Dienstzweige zu befassen und ihre Wahrnehmungen der vorgesetzten Stelle zur Kenntnis zu bringen haben (Betriebs-, Verkehrs-, Telegraphencontroleure, Kasse-, Zugsrevisoren u. s. w.). Wenn diesen Organen auch in der Regel die Berechtigung nicht eingeräumt ist, selbst Anordnungen zu treffen, so sollen sie doch dem ausübenden Personal in der richtigen Auffassung und Ausführung der demselben zukommenden Obliegenheiten an die Hand gehen und auf Abstellung geringerer Ordnungswidrigkeiten durch Belehrung einwirken.

Damit die unmittelbare Überwachung des Dienstes wirksam sei, müssen die Controleure (Revisoren) thunlichst unvermutet an dem Ort ihrer Amtsthätigkeit erscheinen und die vorzunehmende Revision ohne Unterbrechung beenden.

Dieser Grundsatz gilt auch hinsichtlich der Überwachung des Zugbegleitungspersonals in der Richtung, ob dasselbe etwa Reisende ohne giltige Fahrausweise zur Mitfahrt zuläßt. Nachdem aber diese allerdings sehr notwendige Kontrolle für Reisende des Fernverkehrs namentlich bei mehrfacher Wiederholung eine nicht geringe Belästigung mit sich bringt, ist es um so mehr notwendig, dieselbe durch besonnene, an verbindliche Umgangsformen gewöhnte Organe vollziehen und bei direkten, dem Fernverkehr dienenden Zügen nicht ohne besondere Veranlassung zur Nachtzeit vornehmen zu lassen.

Unerläßlich ist das unvermutete Erscheinen der Kontrollorgane bei Kassenrevisionen (Kassescontrierungen, Kassesturz) und bei Befundsaufnahmen der Materialienvorräte, nachdem es nur auf diese Weise möglich ist, zu verhüten, daß Ordnungswidrigkeiten durch anscheinend richtige Buchführung während längerer Zeit der Entdeckung entzogen bleiben.

Mit der Revision jener Güterkassen, welchen zugleich die Verwaltung eines Gütermagazins obliegt, wird stets auch die Befundaufnahme des letzteren mindestens hinsichtlich des thatsächlichen Vorhandenseins der rechnungsmäßig nachgewiesenen Lagergüter zu verbinden sein.

Zweckmäßig wird es ferner sein, bei solchen Anlässen die gesamte übrige Magazinsgebarung der Kontrolle zu unterziehen.

Die an Ort und Stelle aufgenommenen Befunde bei Kasse- und Magazinsscontrierungen sollen übrigens nachträglich stets mit den der buchmäßigen Richtigstellung unterzogenen und bis zum Tag der Befundaufnahme abgeschlossenen Rechnungen verglichen werden, um absichtliche oder unabsichtliche Irreführung auszuschließen.

Die Organisation des unmittelbaren Überwachungsdienstes (der aktiven Kontrolle) hängt wesentlich von der allgemeinen Organisation der Verwaltung bei den verschiedenen Bahnunternehmungen ab, und ist die Wahrnehmung dieses Dienstes bald einem besonders zu diesem Zweck aufgestellten Kontrollkörper (aktive Kontrolle) übertragen, bald wieder jedem einzelnen Fachvorstand für den Umfang seines Geschäftszweigs überlassen.

Dort, wo Mittelstellen (Betriebsdirektionen, Betriebsämter, Betriebsleitungen, Betriebsoberinspektionen u. dgl.) eingerichtet sind, liegt der Schwerpunkt der aktiven Kontrolle bei diesen Dienststellen, und pflegt bei solchen Verwaltungen die Ausübung der aktiven Kontrolle durch Organe der Centralstellen nur in besonderen Fällen zu erfolgen.

Zur Ausübung der Rechnungskontrolle sind zumeist besondere Abteilungen der Centralleitungen bestellt, doch bestehen auch hier hinsichtlich der organischen Einteilung der Geschäfte und der Kompetenz solcher Kontrollkörper selbst unter den Verwaltungen desselben Lands mannigfache Unterschiede. Nach den Materien, auf welche sich die Rechnungskontrolle bezieht, sind indes zu unterscheiden:

A. Die Einnahmenkontrolle *(Contrôle des recettes)* in Deutschland auch Hauptkontrolle genannt.

Als deren Obliegenheiten sind zu bezeichnen:

die kalkulatorische Prüfung der Verrechnungsbelege über die vorgekommenen Personen- und Sachentransporte (d. i. der Fahrausweise, Gepäcks-, Güterbegleitkarten etc.) in Bezug auf die richtige Anwendung der einschlägigen Tarife und Transportbestimmungen, dann die Überwachung der Befolgung der bestehenden Abfertigungs- und Wegleitungsvorschriften;

die Prüfung der Rechnungen der untersten, mit der Berechnung, Erhebung und Verrechnung der Transporteinnahmen betrauten Stellen über Einnahmen aus dem Personen- und Sachentransport und die mit demselben verbundenen Nebenerträge, nebst Feststellung der hieraus für jede Rechnungsstelle sich ergebenden Ablieferungsschuldigkeit und Veranlassung zu deren Einziehung;

die Vorbereitung der aus den Rechnungen über direkt von und nach anderen Transportanstalten oder Unternehmungen abgefertigte Transporte herzustellenden Abrechnungsunterlagen, bezw. — soweit diese Verrichtung nicht anderen Dienststellen übertragen ist — die Aufstellung der Abrechnungen (s. Abrechnung) in allen Fällen aber die Feststellung der Richtigkeit und Vollständigkeit der im Abrechnungswege der eigenen Verwaltung zufließenden Beträge, nebst Veranlassung der Einziehung oder Auszahlung der aus diesem Anlaß sich ergebenden Empfänge und Zahlungsbeträge;

die Herstellung periodischer Rechnungsabschlüsse über Transporteinnahmen, und zwar sowohl der annähernd ermittelten Einnahmen zum Zweck der Bekanntgabe an die Interessenten und Benutzung für die Berechnung des voraussichtlichen Erfolgs, als auch der nach den endgiltig abgeschlossenen Rechnungen sich ergebenden wirklichen Einnahme-(in der Regel werden monatliche, in Frankreich jedoch auch dekadenweise Rechnungsabschlüsse aufgestellt);

die Regelung der aus dem Rechnungsdienst der Stationen über Transporteinnahmen entspringenden Anstände, einschließlich der aus solchen Veranlassungen erforderlichen Verhandlungen mit den in Betracht kommenden eigenen und fremden Dienststellen;

die Überwachung der richtigen Verrechnung der Einnahmenrückstände, der Nachnahmen und Frankaturdepositengebarung etc.

Mit Rücksicht auf den Zusammenhang der einschlägigen Geschäfte fallen außerdem noch in den Wirkungskreis der Einnahmenkontrolle:

die Überwachung der Drucklegung und die Verwaltung der Vorräthe an Personenfahrkarten und Fahrscheinen aller Art, nebst Hinausgabe des Bedarfs an solchen an die Verkaufsstellen;

die Behandlung der Rückvergütungsangelegenheiten mehr erhobener Transportgebühren, die Regelung von Verschleppungen im Güterverkehr; endlich

die Herstellung der Transportstatistik.

B. Die Ausgabenkontrolle (technische Kontrolle) (*Contrôle des dépenses*).

In Ansehung der Vielfältigkeit der sachlichen Betriebserfordernisse und des Umstands, daß bei Staatsbahnen Ausgaben nur im Rahmen des im voraus zu ganz bestimmten Zwecken zu bewilligenden Voranschlags bestritten werden dürfen, während bei Privatbahnen die Entscheidung über die mit der Vermögensgebarung verbundenen wichtigeren Fragen zumeist den Vertretern der Bahneigentümer (Verwaltungsrat, Aufsichtsrat) zukommt, ist die Beurteilung der Notwendigkeit beizustellender Betriebserfordernisse und der Angemessenheit des dafür vorzusehenden Geldaufwands nach Maßgabe der bezüglichen Anträge der Centralleitung in letzter Linie allerdings Sache der mit dem Geldbewilligungsrecht ausgestatteten Stellen. Auch wird die fachmännische Beurteilung der sachgemäßen Ausführung von Herstellungen und Lieferungen, sowie des zur Bewältigung des vorhandenen Verkehrs erforderlichen Aufwands an lebender und maschineller Kraft und sachlichen Bedürfnissen der Hauptsache nach immerhin den betreffenden Fachvorständen unter eigener Verantwortung überlassen bleiben müssen.

Trotz der hierdurch gegebenen Einschränkung ist jedoch die Wirksamkeit der Ausgabenkontrolle eine sehr vielseitige und erstreckt sich auf die fachgemäße und ziffernmäßige Prüfung aller Belege über Betriebsausgaben, und zwar sowohl hinsichtlich der Kompetenz der anweisenden Stelle und der für den betreffenden Zweck vorhandenen Bedeckung, als in Bezug auf die bedingungsgemäße Richtigkeit der Preisansätze, die formelle Angemessenheit der Belege, die richtige Verrechnung der Zahlungsbeträge auf die durch das Buchungsschema hierzu vorgesehenen Rubriken und gegebenen Falls auch auf die fachgemäße Beurteilung der Notwendigkeit und Angemessenheit der Aufrechnung.

Demgemäß sollen alle Anweisungen zur Auszahlung von Betriebsausgaben oder Einziehung von Ausgabenrückersätzen, bevor sie zur Zahlstelle gelangen, regelmäßig der Ausgabenkontrolle zukommen und nicht ohne deren Mitwirkung (Liquidierung) zur Zahlung gelangen. Dieser vorgängigen Prüfung unterliegen auch die Anweisungen über Personalbezüge, und zwar sowohl ständige als veränderliche, wie die Kilometer- und Stundengelder des Maschinen-, bezw. Zugbegleitungspersonals, Vergütungen bei Dienstreisen und Übersiedlungen, Ersparnisprämien u. dgl.; unbeschadet jedoch der Auszahlung regelmäßiger, ein für allemal angewiesener Bezüge und solcher unaufschiebbarer Auslagen, welche — wie z. B. die Lohnzahlung an die Arbeiter — sofort am Schluß der Leistungsperiode fällig sind. Die Belege über solche unter Verantwortung des Anweisenden zu leistende Auszahlungen sind indessen nachträglich der Behandlung durch die Ausgabencontroleure zu unterziehen.

Eine sehr wichtige Aufgabe der Ausgabenkontrolle bildet bei den unter Verwaltung des Staats stehenden Bahnen die Überwachung der Einhaltung der für den Aufwand jedes Geschäftszweigs bewilligten Geldmittel (Kredite).

C. Die Materialienkontrolle (*Contrôle des matières*), d. i. die Überwachung der ordentlichen Gebarung mit den zur Einlieferung gelangenden und bis zum Zeitpunkt des Bedarfs auf Lager zu haltenden Verbrauchsmaterialien und dem Betriebsinventar, sowie den zu deren Beschaffung dienenden Fonds, bildet in Ansehung der bedeutenden in dem Materialvorrat der Bahnen angelegten Geldsummen und der bei der Zersplitterung des Materials und Inventars auf eine große Anzahl von Lagerungsstellen naheliegenden Gefahr eintretender Verluste durch fahrlässige oder unredliche Gebarung, einen wichtigen Zweig des Kontrollwesens.

Dieselbe erstreckt sich einerseits auf die fachmännische Überwachung der Materiallieferungen in Bezug auf die Einhaltung der diesbezüglich festgestellten Bedingungen, ihre Beschaffenheit und Menge, andererseits auf die Beaufsichtigung der ordentlichen Gebarung mit dem eingelieferten Material, bis zum Zeitpunkt seiner Abgabe zur unmittelbaren Verwendung und der Rechnungsführung hierüber. Es ist einleuchtend, daß diese beiden sehr verschiedenartigen Funktionen nicht in allen Fällen durch dieselben Persönlichkeiten ausgeübt werden, vielmehr zu ersterer — insofern dieselbe besondere Fachkenntnisse erfordert — entsprechend vorgebildete Beamte herangezogen werden müssen.

Nicht eigentlich zur Rechnungskontrolle zu zählen, doch hier zu erwähnen ist:

D. Die Wagenkontrolle (*Contrôle des wagons*), d. i. die Beaufsichtigung der sachgemäßen Verwendung und ökonomischen Ausnutzung der Bahnwagen, der Aufschreibungen über die gegenseitige Benutzung eigener Wagen auf fremden Bahnen und vice versa, dann die Ermittlung der aus solchen Veranlassungen gegenseitig zu leistenden Vergütungen (s. Abrechnung).

E. Die Buchhaltung (*Comptabilité*) übt die Thätigkeit einer Rechnungskontrollstelle gegenüber den unter ihrer unmittelbaren Aufsicht stehenden, die Anweisungen der hierzu berechtigten Verwaltungsstellen vollziehenden Kassen. Um diese Kontrolle mit Erfolg üben zu können, ist es erforderlich, daß jede Kasseanweisung, bevor sie zum Vollzug gelangt, in den Büchern der Buchhaltung eingetragen werde. Dieser bei den vom Staat verwalteten Bahnen schon durch das bei demselben fast durchwegs eingeführte Staats- (kameralistische) Rechnungssystem bedingte Vorgang, die „Vorschreibung", ist übrigens auch bei den meisten nach doppischem Rechnungssystem arbeitenden Privatbahnen in Übung, und unbedingt ein Erfordernis geordneter Wirtschaft.

Insofern bei der Buchhaltung die wirtschaftlichen Ergebnisse des Betriebs und seiner Nebenzweige, dann der gesamten Vermögensgebarung systematisch nach den Titeln ihrer Entstehung zur Darstellung gelangen und dieselbe darüber Aufschluß giebt, wie sich die Gebarung mit dem Vermögen und dem Einkommen der Bahn auf die verschiedenen Verwaltungsstellen verteilt, ist diese Stelle zugleich berufen, die zur Beurteilung der wirtschaftlichen Gesamtgebarung der Bahnverwaltung erforderlichen Nachweisungen und sonstigen Behelfe zu liefern, durch welche die Ausübung der allgemeinen Verwaltungskontrolle ermöglicht wird. In diesem Sinn ist somit die Buchhaltung die Ergänzung und der Schlußstein der Kontrolle.

Über den Wert mancher bestehenden Kontrolleinrichtung sind die Anschauungen hervorragender Fachmänner geteilt, auch ist gewiß, daß der große Umfang des Kontrollwesens bei den Eisenbahnen gegen dessen Ausdehnung auf nebensächliche Dinge sehr eindringlich spricht. Um so mehr ist aber bei Einführung und Pflege von Sondereinrichtungen, besonders auf dem Gebiet des Transport- und kommerziellen Dienstes die reiflichste Erwägung geboten, inwiefern der zu erreichende Zweck oder der zu verhütende Schaden zu dem durch solche Einrichtungen hervorgerufenen, am Ende doch nicht zu umgehenden höheren Aufwand für Kontrolle in richtigem Verhältnis steht.

Vgl. Rohrs Handbuch des praktischen Eisenbahndienstes, 1877; Engelhardt-Chlupp, Eisenbahntransportdienst, 1877; Weil, Transportdienst der Eisenbahnen, 1885; Picard, Traité des chemins de fer, 1885—1887; Ivatts, Railway menagement at stations, 1885. Seyschab.

Betriebskosten (*Working expenses*, pl.; *Dépenses*, f. pl., *d'exploitation*), die Summe derjenigen Ausgaben, welche nach Fertigstellung und betriebsfähiger Ausrüstung einer Bahn, aus der Durchführung und Aufrechterhaltung des Verkehrs innerhalb eines bestimmten Zeitraums erwachsen und die gewöhnlich für ein Geschäftsjahr in den jeweiligen Geschäftsberichten dargestellt werden. Das Erfordernis für die Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals gehört nicht zu den B.; dagegen bildet dieses letztere, gleich den B. und sonstigen allgemeinen Auslagen, wie z. B. Steuern, einen Bestandteil der Selbst- oder Gestehungskosten des Transports.

Die B. lassen sich unterscheiden in persönliche und sachliche; erstere umfassen die Gesamtsumme der Personalentlohnungskosten, die letzteren dagegen den Geldwert der während eines bestimmten Zeitraums eingetretenen Abnutzung der Bahn und Betriebsmittel, sowie der verbrauchten Materialien. — Die Auslagen

für Neu-, Zu- und Umbauten, sowie Beschaffung neuer Betriebsmittel, kurzum für alle jene Herstellungen und Anschaffungen, welche den Bahnwert erhöhen, gehören nicht zu den B., sondern sind den Anlagekosten (Anlageconto) zuzuschlagen, bezw. beim Staatsbetrieb aus den Extraordinarialkrediten zu bestreiten.

Man unterscheidet ferner konstante und variable B. Unter konstanten B. versteht man jene Auslagen, welche innerhalb gewisser Grenzen ziemlich unverändert bleiben, gleichgiltig ob der Verkehr schwächer oder stärker ist, wie z. B. die Kosten der leitenden Arbeit und der Erhaltung der baulichen Anlagen, welche durch die Schwankungen des Verkehrs nur in geringem Maß beeinflußt werden. Die variablen B. hingegen stehen in innigem Zusammenhang mit der Stärke des Verkehrs; sie steigen und fallen mit der Zu-, bezw. Abnahme des Verkehrs und gilt dies insbesondere von den Arbeitslöhnen, den Transportkosten, den Auslagen für die Abnutzung der Betriebsmittel u. s. w. Außerdem werden unterschieden absolute und relative B., je nachdem dieselben die Gesamtsumme der Betriebsausgaben darstellen oder durch Reduktion auf gewisse Einheiten (Bahnkilometer, Bruttotonnenkilometer, Nutz-, Personen-, Zugs-, Achskilometer u. s. w.) ausgedrückt werden.

Allgemein üblich ist, die B. nach den Hauptdienstgruppen zu gliedern, und zwar in Kosten der „Allgemeinen Verwaltung“, der „Bahnverwaltung“ und der „Transportverwaltung“, und ist diese Unterteilung auch in der vom Reichseisenbahnamt herausgegebenen Statistik der Eisenbahnen Deutschlands durchgeführt.

Nach der Statistik des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen, sowie nach den statistischen Publikationen für die österreichischen Bahnen wird die Bahnverwaltung noch weiter in Bahnaufsicht und Bahnerhaltung, und die Transportverwaltung in Verkehrs- und kommerziellen Dienst einerseits und in Zugförderungs- und Werkstättendienst andererseits gegliedert.

In jeder dieser sich sonach ergebenden vier Gruppen:

1. allgemeine Verwaltung,
2. Bahnaufsicht und Bahnerhaltung,
3. Verkehrs- und kommerzieller Dienst,
4. Zugförderungs- und Werkstättendienst

werden seit den letzten Jahren die Personalkosten von den sachlichen Ausgaben auseinandergehalten. Es gehören nach der Vereinsstatistik:

1. zur allgemeinen Verwaltung:

a) Besoldungen und andere Personalkosten;

b) Bureaubedürfnisse, Erhaltung der Möbel und Geräte, Heizung, Reinigung und Beleuchtung der Verwaltungsgebäude, dann sonstige allgemeine Ausgaben;

c) Steuern (mit Ausnahme der Staats-Eisenbahnsteuern), Abgaben und Lasten, Feuer- und andere Versicherungsbeiträge;

d) Pensionen, bezw. Beiträge zu Pensions- und Unterstützungskassen;

e) Kosten des Geldverkehrs (Bankkommissionen);

f) Vergütung für Überlassung oder Mitbenützung von Bahnanlagen (nach Abzug der Einnahmen);

2. zur Bahnaufsicht und Bahnerhaltung:

a) Besoldungen und andere Personalkosten der Centralleitung und des Streckendienstes;

b) sachliche Ausgaben, als Bureaubedürfnisse, Erhaltung der Geräte und sonstige allgemeine Ausgaben der Centralleitung und des Streckendienstes;

c) Beaufsichtigung der Bahn (Bezüge des Wärterpersonals, einschließlich des Hilfspersonals);

d) Erhaltung und Erneuerung der Bahnanlagen (abzüglich des Erlöses, bezw. Werts für Altmaterial), und zwar des Unterbaues, Oberbaues (einschließlich der Beschaffungskosten für Schienen, Schwellen und Kleineisenzeug), der Gebäude, Telegraphen und Signalvorrichtungen (einschließlich Apparate);

c) außerordentliche Ausgaben, und zwar für Wegräumung des Schnees, Elementarereignisse und Bahnunfälle und für sonstige außerordentliche Zwecke;

3. zum Verkehrs- und kommerziellen Dienst:

a) Besoldungen und andere Personalkosten für die Centralleitung, den Stations- und Expeditionsdienst;

b) sachliche Ausgaben, als Bureaubedürfnisse, Erhaltung der Geräte und sonstige allgemeine Auslagen für die Dienstzweige sub *a*);

c) Besoldungen und andere Personalkosten des Zugbegleitungsdienstes;

d) Heizung, Beleuchtung und Reinigung der Stationen;

e) Rangieren der Züge, durch Lokomotiven, Arbeiter, Pferde u. s. w.;

f) Heizung, Beleuchtung und Reinigung der Züge;

g) Instandhaltung der Geräte (Stationseinrichtung und Zugausrüstung, ausschließlich Telegraphenapparate);

4. zum Zugförderungs- und Werkstättendienst:

a) Besoldungen und andere Personalkosten;

b) sachliche Ausgaben, als Bureaubedürfnisse, Erhaltung der Geräte und sonstige allgemeine Ausgaben;

c) Brennmaterial;

d) Wasserspeisung der Lokomotiven;

e) Schmier-, Putz- und sonstiges Material für die Lokomotiven und Tender;

f) Schmiermaterial für die Wagen;

g) Wagen- und Lokomotivmiete (nach Abzug der Einnahmen);

h) sonstige Ausgaben;

i) Erhaltung und Erneuerung der Transportmittel (abzüglich des Erlöses, bezw. Werts für Altmaterial).

In den vom statistischen Departement des Handelsministeriums und dem ungarischen statistischen Landesbureau herausgegebenen „Statistischen Nachrichten über die Eisenbahnen der österr.-ungar. Monarchie“ werden außerdem als 5. (nur bei einigen Bahnen ausgewiesene) Gruppe die Kosten der Material- und Inventarverwaltung und unter dem Titel „Besondere, zu den eigentlichen Betriebskosten nicht gehörende Ausgaben“ die Steuern, Stempelgebühren, Kosten der Einquartierung, Beiträge der Bahnverwaltungen zum Pensions-, Krankenunterstützungs-, Provisions- und dgl. Fonds, Einzahlungen zum Reservefonds, Bezüge des Verwaltungsrats, Zahlungen für Zinsen und den Amortisationsfonds, endlich sonstige Ausgaben gemeinschaftlich verrechnet.

Mit dieser Aufteilung nahezu vollkommen übereinstimmend, nur etwas weniger detailliert

erscheinen die B. auch in der von der fachmännischen Kommission für internationale Eisenbahnstatistik herausgegebenen Statistik der europäischen Eisenbahnen für das Jahr 1882, Wien 1885, ausgewiesen.

Bei den Schweizer Bahnen werden nach der schweizerischen Eisenbahnstatistik die B. für 1. allgemeine Verwaltung, 2. Unterhalt und Aufsicht der Bahn, 3. Expeditions- und Zugsdienst, 4. Fahrdienst, und die sonstigen nicht zu den reinen Betriebskosten gezählten Auslagen unter dem Titel „5. verschiedene Ausgaben" getrennt nachgewiesen.

Auch hier werden die Kosten des Personals von den sachlichen Auslagen gesondert verrechnet, und gehören zu:

1. allgemeine Verwaltung:
 a) die Kosten des Personals,
 b) sonstige Auslagen;
2. Unterhalt und Aufsicht der Bahn:
 a) die Kosten des Personals,
 b) die Auslagen für Unterhalt und Erneuerung der Bahnanlagen,
 c) sonstige Auslagen;
3. Expeditions- und Zugsdienst:
 a) Personalkosten,
 b) sonstige Auslagen;
4. Fahrdienst:
 a) Personalkosten,
 b) Materialverbrauch der Lokomotiven und Wagen,
 c) Kosten für Unterhalt und Erneuerung des Rollmaterials,
 d) sonstige Ausgaben;
5. verschiedene Ausgaben:
 a) Pacht und Mietzinse,
 b) Verlust an Hilfsgeschäften,
 c) sonstige Ausgaben.

In Belgien werden bei der Ausgabenverrechnung folgende Hauptgruppen unterschieden:

1. allgemeine Verwaltung (*Services communs*);
2. Bahnaufsicht und Erhaltung (*Voies et travaux*);
3. Zugförderungs- und Werkstättendienst (*Traction et matériel*);
4. Verkehr (*Transports*);
5. Kassendienst und Einnahmenkontrolle (*Perception et Contrôle de recettes*).

In Frankreich tritt eine Trennung der Betriebsausgaben nach folgenden Gruppen ein:

1. Centralverwaltung (*Administration centrale*);
2. Stations-, Fahr- und kommerzieller Dienst (*Exploitation, mouvement et trafic*);
3. Zugförderungs- und Werkstättendienst (*traction et matériel*);
4. Bahnaufsicht und Erhaltung (*Voie et bâtiments*);
5. sonstige Auslagen (*Dépenses d'ordre et diverses*).

In Italien unterscheidet die offizielle Statistik folgende B.:

1. Centralleitung und administrativer Dienst (*Spese generali d'amministrazione e d'esercizio*);
2. Bahnerhaltung und Bahnaufsicht (*Sorveglianza e manutenzione della strada*);
3. Zugförderungs- und Werkstättendienst (*Trazione e materiale mobile*);
4. Fahr-, Verkehrs- und kommerzieller Dienst (*Movimento e servizio commerciale*).

Sowohl in Italien als auch in Belgien und Frankreich ist eine ziemlich weitgehende Unterteilung der Ausgaben innerhalb der einzelnen Hauptkapitel und eine vollkommene Trennung zwischen den Personalkosten und den sachlichen Auslagen durchgeführt.

In England enthält die Statistik folgende Trennung der B.:

1. Bahnunterhaltung (*Maintenance of way, works* etc.);
2. Lokomotivzugkraft (*Locomotive power*);
3. Betriebsmaterial (*Repairs and renewals of carriages and waggons*);
4. Verkehrsausgaben (*Traffic expenses*);
5. allgemeine Kosten (*General charges*);
6. Steuern (*Rates and taxes*);
7. Regierungsabgaben (*Government duty*);
8. Entschädigungen für Personenverletzungen (*Compensation for personal-injury*);
9. Entschädigung für Güterbeschädigung (*Compensation for damage and less of goods*);
10. Rechtsbeistand und Parlamentskosten (*Legal and parliamentary expenses*);
11. sonstige Kosten (*Miscellaneous*).

In Rußland erfolgt die Verteilung der B. nach folgenden Hauptdienstzweigen:

1. Bau- und Bahnunterhaltungsdienst;
2. Zugförderungs- und Werkstättendienst;
3. Verkehrsdienst;
4. Telegraphendienst;
5. allgemeine Verwaltung und sonstige Ausgaben.

Innerhalb der Hauptgruppen der B., welche die offiziellen statistischen Berichte ausweisen, pflegt man die B. noch weiter zu gliedern, und sind auch diesbezüglich in einzelnen Ländern (so in Deutschland, Österreich, Schweiz) den Eisenbahnunternehmungen durch Buchungsnormalien bestimmte Direktiven gegeben, während anderwärts, namentlich in Frankreich und Italien, bezüglich der Unterteilung der Hauptgruppen der B. keine Übereinstimmung herrscht.

Aus vorstehenden Beispielen ist ersichtlich, daß in den meisten Staaten die B. nach verschiedenen Grundsätzen aufgestellt und die einzelnen Ausgabeposten in der mannigfachsten Weise gruppiert sind.

Ist es schon aus diesem Grund schwierig, wenn nicht vielfach unmöglich, die gleichartigen Ausgabeposten auf verschiedenen Linien, in einer für Vergleichszwecke brauchbaren Weise zu ermitteln, so ist es aber auch mit Rücksicht auf die mannigfachen sonstigen, die B. beeinflußenden Momente zumeist unthunlich, ohne Kenntnis dieser Faktoren Vergleiche mit den absoluten oder relativen B. verschiedener Linien anzustellen, oder aus diesen Ziffern Schlüsse auf die mehr oder weniger ökonomische Art der Gebarung bei diesen Bahnen zu ziehen.

Die nachstehende Tabelle giebt ein allgemeines Bild der absoluten und relativen B., sowie des Verhältnisses der Ausgaben in den einzelnen Hauptdienstzweigen zu den Gesamtbetriebsausgaben bei den Eisenbahnen verschiedener Staaten.

Absolute und relative Betriebskosten

Bezeichnung der Ausgabeposten	Deutschland	Österreich-Ungarn	Deutsche Vereinsbahnen	Österreich-ungarische Vereinsbahnen	Sämtliche Bahnen des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen	Niederlande (ohne die von ausländischen Gesellschaften betriebenen Strecken)	Belgien (Staatsbahnen)
	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk	Mk.	Mk.
Im Jahr 1860 betrugen:							
die Gesamtbetriebsausgaben	104 677 817	67 108 483	—	—	—	—	11 274 823
die Kosten pro 1 km Betriebslänge	9 238	13 003	—	—	—	—	15 134
Im Jahr 1870 betrugen:							
die Gesamtbetriebsausgaben........	177 390 501	106 358 003	—	—	—	—	20 133 469
die Kosten pro 1 km Betriebslänge	16 389	12 658	—	—	—	—	23 330
Im Jahr 1880 betrugen:							
die Gesamtbetriebsausgaben	494 274 065	249 053 632	448 235 967	207 836 458	712 440 486	19 757 554	54 551 827
die Kosten pro 1 km Betriebslänge	13 968	13 464	13 322	11 308	12 629	10 680	21 110
Im Jahr 1884 betrugen:							
die Gesamtbetriebsausgaben	569 679 616	294 871 118	529 482 444	250 719 857	843 305 252	27 405 384	57 198 495
die Kosten pro 1 km Betriebslänge	15 488	14 558	14 567	12 171	13 593	11 563	18 524
die Kosten pro 1 Zugskilometer....	1,78	2,40	2,20	2,70	2,32	1,50	1,72
Im Jahr 1887 betrugen:							
1. die Kosten für „Allgemeine Verwaltung“:							
a) im ganzen...............	59 579 271	10 552 400	56 067 307	22 538 993	83 941 493	2 192 396	2 503 678
b) pro 1 km Betriebslänge....	1 544	454	1 472	980	1 252	859	782
c) pro 1 Zugskilometer.......	0,24	0,10	0,22	0,22	0,22	0,11	0,07
d) im Verhältnis zu den Gesamtbetriebsausgaben......	10,4%	3,8%	10,2%	9,2%	9,8%	8,6%	4,9%
2. die Kosten für „Bahnaufsicht und Bahnerhaltung“:							
a) im ganzen................	149 689 488	67 553 596	135 708 962	67 902 748	220 446 764	5 615 631	12 187 200
b) pro 1 km Betriebslänge....	3 870	2 894	3 562	2 952	3 288	2 200	3 809
c) pro 1 Zugskilometer.......	0,59	0,66	0,53	0,67	0,56	0,28	0,35
d) im Verhältnis zu den Gesamtbetriebsausgaben......	26,1%	24,1%	24,7%	27,8%	25,8%	22,1%	21,0%
3. die Kosten für „Verkehrs- und kommerzieller Dienst“:	Transportverwaltung (3. und 4.):						
a) im ganzen..............	*a*) 364 838 068	88 246 768	214 079 137	87 312 091	323 957 327	9 622 435	23 233 920
b) pro 1 km Betriebslänge....	*b*) 9 464	3 782	5 619	3 795	4 832	3 769	7 260
c) pro 1 Zugskilometer.......	*c*) 1,39	0,86	0,84	0,86	0,83	0,48	0,66
d) im Verhältnis zu den Gesamtbetriebsausgaben	*d*) 63,5%	31,4%	39,0%	35,7%	37,8%	37,9%	44,4%
4. die Kosten für „Zugförderungs- und Werkstättendienst“:							
a) im ganzen...............		67 500 904	143 481 395	66 721 316	227 719 470	7 980 288	15 493 454
b) pro 1 km Betriebslänge....		2 892	3 766	2 900	3 397	3 125	4 842
c) pro 1 Zugskilometer.......		0,66	0,56	0,66	0,58	0,40	0,44
d) im Verhältnis zu den Gesamtbetriebsausgaben......		24,0%	26,1%	27,3%	26,6%	31,4%	29,7%
5. die Kosten für „Diverse“:							
a) im ganzen...............	—	46 964 284	—	—	—	—	—
b) pro 1 km Betriebslänge....	—	2 060	—	—	—	—	—
c) pro 1 Zugskilometer.......	—	0,46	—	—	—	—	—
d) im Verhältnis zu den Gesamtbetriebsausgaben......	—	16,7%	—	—	—	—	—
Im Jahr 1887 betrugen:							
a) die Gesamtbetriebsausgaben.....	574 106 827	280 817 952	549 336 801	244 475 148	856 065 054	25 410 750	53 418 252
b) die Kosten pro 1 km Betriebslänge	14 867	12 082	13 119	10 627	12 769	9 953	16 693
c) die Kosten pro 1 Zugskilometer .	2,23	2,74	2,15	2,41	2,19	1,27	1,52

der Eisenbahnen verschiedener Staaten.

Schweiz	Italien	Frankreich: Haupt-bahnen	Frankreich: Lokalbahnen	Frankreich: Haupt- und Lokalbahnen	Spanien	Groß-britannien und Irland	Dänemark (Staats-bahnen)	Schweden	Rußland
Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.
—	—	150 303 858	—	—	—	263 747 360	—	—	—
—	—	16 396	—	—	—	15 712	—	—	—
13 268 754	45 112 225	250 252 005	—	—	—	434 310 500	1 793 025	—	154 076 320
9 164	8 191	16 099	—	—	—	17 873	3 615	—	13 704
25 197 762	97 810 289	412 444 016	—	—	53 236 637	672 022 480	8 232 326	19 968 169	488 316 516
9 820	11 494	17 863	—	—	6 953	23 270	6 644	3 466	21 574
27 397 200	126 916 182	473 243 208	6 429 414	479 672 622	59 892 873	744 343 940	11 062 259	24 462 084	462 111 387
9 480	12 931	16 477	3 725	15 840	7 257	24 508	7 341	3 727	19 221
1,92	2,80	2,18	1,52	2,16	2,38	1,64	—	—	4,54
		(1886)	(1885)	(1887)				(1886)	(1886)
1 886 465	15 023 598	22 463 523	520 098	23 729 398	—	47 334 950	812 295	1 460 984	95 746 009 *)
642	1 304	732	328	708	—	1 504	535	211	3 695
0,12	0,29	0,10	0,12	0,10	—	0,10	0,12	0,09	0,88
5,6%	12,0%	5,2%	8,4%	5,2%	—	6,4%	6,1%	9,0%	21,1%
8 979 309	22 456 684	89 048 106	1 458 461	93 548 586	—	125 910 967	3 441 345	7 664 223	124 921 002
3 054	1 950	2 901	921	2 791	—	3 995	2 265	1 106	4 820
0,58	0,41	0,42	0,33	0,42	—	0,27	0,53	0,48	1,15
26,6%	17,9%	20,5%	23,7%	20,5%	—	17,1%	26,2%	29,1%	27,5%
8 250 914	44 195 874	151 673 637	1 819 282	159 260 764	—	245 195 042	3 522 959	7 557 000	78 100 535
2 806	3 836	4 942	1 149	4 752	—	7 422	2 319	1 091	3 013
0,54	0,85	0,71	0,41	0,71	—	0,52	0.54	0,47	0,72
24,4%	35,3%	34,9%	29,6%	34,9%	—	32,8%	26,3%	28,8%	17,1%
10 539 514	43 607 124	146 590 721	2 030 906	153 784 750	—	270 282 566	5 155 622	9 661 180	156 305 352
3 585	3 786	4 775	1 282	4 589	—	8 575	3 394	1 400	6 030
0,68	0,84	0,69	0,46	0,69	—	0,57	0,80	0,61	1,44
31,2%	34,8%	33,7%	33,0%	33,7%	—	36,6%	39,2%	33,1%	34,3%
4 123 478	—	24 882 890	324 692	26 011 070	—	52 541 795	224 166	—	—
1 402	—	810	205	776	—	2 020	148	—	—
0,27	—	0,11	0,07	0,11	—	0,11	0,04	—	—
12,2%	—	5,7%	5,3%	5,3%	—	7,1%	2,2%	—	—
		(1886)	(1885)	(1887)				(1886)	(1886)
33 779 680	125 283 280	434 652 877	6 153 439	456 334 568	83 615 875	741 265 320	13 156 387	26 343 387	455 172 898
11 489	10 876	14 160	3 885	13 616	9 016	23 516	8 661	3 808	17 558
2,19	2,41	2,03	1,39	2,03	3,02	1,57	2,03	1,65	4,19

*) Einschließlich diverser Auslagen.

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, daß die absoluten B. selbstverständlich mit der Ausdehnung des Eisenbahnnetzes von Jahr zu Jahr wachsen, und daß auch die kilometrischen Kosten bei einzelnen Bahngruppen mit Rücksicht auf die Verkehrssteigerung und die immer größeren Anforderungen, welche an die Verkehrsanstalten gestellt werden, zunehmen; hingegen läßt sich konstatieren, daß die Kosten pro Zugskilometer zumeist in Abnahme begriffen sind.

Sehr bedeutenden Einfluß auf die Höhe der B. üben besonders die Neigungs- und Richtungsverhältnisse der Bahn und werden sich in starken Neigungen und scharfen Krümmungen die Kosten des eigentlichen Transports weit höher stellen, als in ebeneren und weniger gekrümmten Strecken. (S. Betriebskosten in ihrer Abhängigkeit von den Steigungs- und Richtungsverhältnissen). Auch die Geschwindigkeit der verkehrenden Züge, ferner ob der Personen- oder Güterverkehr überwiegt, und nicht minder die Verkehrsintensität selbst ist von wesentlichem Einfluß auf die B., indem unter Umständen mehr aber schnell fahrende Züge weniger Kosten verursachen können, als wenige aber langsam verkehrende Züge, und weil schließlich die B. für ein gewisses Verkehrsminimum konstant sind, von welchem an sie nicht in gerader Proportion mit der Zunahme des Verkehrs wachsen, sondern hinter dem Verhältnis der letzteren zurückbleiben.

Was das Verhältnis der Ausgaben für die Hauptdienstzweige anbelangt, so bilden jene für die allgemeine Verwaltung regelmäßig nur einen Bruchteil der gesamten B., welcher sich zwischen 1% und 12% bewegt.

Ein Vergleich dieses Verhältnisses bei Staats- und Privatbahnen ergiebt, daß die Kosten der allgemeinen Verwaltung bei den Staatsbahnen einen geringeren Prozentsatz der Gesamtausgaben als bei den Privatbahnen darstellen. So entfallen z. B. für die allgemeine Verwaltung

bei den deutschen Staatsbahnen....10,1%
„ „ „ Privatbahnen ...14,9%
„ „ österr. Staatsbahnen 6,9%
„ „ „ Privatbahnen 9,9%

Ersparnisse auf diesem Gebiet fallen daher nicht schwer ins Gewicht und sind mit Rücksicht auf die hierbei vorkommenden geringfügigen sachlichen Auslagen fast nur durch Verminderung des Personalstands, Vereinfachung des Arbeitsorganismus und Vereinigung der Arbeitslast einerseits, oder durch Zusammenlegung kleinerer Verwaltungen anderseits erzielbar.

Die Ausgaben für Bahnaufsicht und Bahnerhaltung sind absolut und relativ viel bedeutender, als jene für allgemeine Verwaltung, stehen aber fast immer stark hinter den Ausgaben der Transportverwaltung zurück; sie bewegen sich zwischen 17% und 28% der Gesamtausgaben.

Die sachlichen Ausgaben pflegen bei der Bahnverwaltung viel höher zu sein, als die persönlichen, obwohl hierbei zu berücksichtigen ist, daß sich unter den sachlichen Ausgaben viele Taglöhne befinden.

Ersparnisse an den Ausgaben für Bahnverwaltung sind in erheblicherem Maß ebenfalls nur schwer möglich. Die persönlichen Ausgaben müssen sich sogar mit der Zunahme der Frequenz und der Steigerung der Löhne erhöhen; die sachlichen Ausgaben können nur durch eine technisch vollkommene Anlage (intensiver Bahnbau), sowie in Bezug auf Reparaturarbeiten und Materialverbrauch durch Einführung von Accordarbeit und Ersparnisprämien vermindert werden.

Die Kosten der Transportverwaltung (Verkehr, kommerzieller Dienst, Zugförderungs- und Werkstättendienst) bilden immer den weitaus stärksten Posten der B. und betragen zwischen 60% und 75% der letzteren.

Die Kosten der Transportverwaltung, bei denen die sachlichen Ausgaben noch mehr als wie bei der Bahnverwaltung überwiegen, lassen sich durch ein rationelles Accordverfahren für Arbeitsleistungen und durch ein Prämiensystem für sparsamen Materialverbrauch, mehr aber noch durch eine möglichst hohe Ausnutzung des Fahrparks bis zu einer gewissen Grenze herabmindern.

Was die Betriebskosten als Ganzes betrifft, so müssen sich selbe unter sonst gleichen Verhältnissen um so niedriger stellen, je größer das unter einer Verwaltung stehende Bahnnetz ist, da mit der zunehmenden Ausdehnung des letzteren die Generalkosten zurückgehen, und sich bei großen Verwaltungen eine immer günstigere Ausnutzung des Fahrparks erzielen läßt.

Außerdem haben auf die Höhe der B. noch verschiedene andere Momente bestimmenden Einfluß, so die Gestaltung der Bahnstrecke — ob es sich um eine fortlaufende Linie oder ein durch Seitenbahnen verästetes Netz handelt; ferner die Art des Verkehrs — ob Massengüter oder Stückgüter vorherrschen; die Dichtigkeit, Homogenität und Stetigkeit des Verkehrs, die Richtung der Frachtenbewegung — ob sich diese nach beiden Seiten vollzieht — dann ob die großen Transportmassen in der Steigung oder im Gefälle zu befördern sind, ferner die klimatischen Verhältnisse der von der Bahn durchzogenen Gegend u. s. w.

Es ist naheliegend, daß die B. als das Produkt so vieler Faktoren, welche außer dem Einfluß der Verwaltung liegen, um so mehr variieren müssen, je stärker einzelne dieser Faktoren vorherrschen und dadurch den Charakter des Verkehrs bestimmen.

So interessant und instruktiv daher auch das Vergleichen der B. ist, so kann die Anwendung der statistischen Daten auf andere, scheinbar oft ganz gleiche Verhältnisse nur unter besonderer Vorsicht und nach genauer Prüfung der konkreten Verhältnisse erfolgen.

Hinsichtlich des Verhältnisses der B. zu den Betriebseinnahmen s. Betriebskoefficient.

Litteratur: Schäffler, Transportkosten und Tarife, 1860; Schäffler, Deutsche Vierteljahrsschrift, 1867/IV; Sax, Ökonomik der Eisenbahnen, Wien 1871; Sax, Die Eisenbahnen, Wien 1879; Schima, Studien und Erfahrungen im Eisenbahnwesen, 1881; Weber, Schule des Eisenbahnwesens, Leipzig 1885; Wagner, Finanzwissenschaft, Leipzig 1886; Picard, Traité des chemins de fer, Paris 1887. Dr. Röll.

Betriebskosten in ihrer Abhängigkeit von den Steigungs- und Richtungsverhältnissen. Zur Ermittlung des Einflusses, welchen die Steigungs- und Krümmungsverhältnisse der Trace auf die Höhe der Betriebskosten der Eisenbahnen äußern, sind

zunächst die Betriebsausgaben, welche in den Nachweisungen der Betriebsergebnisse gewöhnlich in drei Gruppen, und zwar in die Kosten der allgemeinen Verwaltung, der Bahnverwaltung und der Transportverwaltung getrennt sind, in einer diesem Zweck entsprechenden Weise nach einer anderen Gruppierung zu zerlegen. Es kommen dabei allein die Betriebskosten der Strecke in Betracht, so daß alle Kosten, welche unabhängig von der Länge und Gestaltung der Strecke sind, von vornherein ausgeschieden werden müssen, also der größte Teil der Generalkosten, der Kosten für größere Brücken und Tunnels, Befestigungsanlagen und andere außergewöhnliche Anlagen, ferner die gesamten Bahnhofskosten und alle aus der Aufnahme und Abgabe des Verkehrs entstehenden Ausgaben, mithin auch die Kosten des Aufenthalts der Züge an den Stationen und die Zugordnungskosten (Rangierdienst). Die dann verbleibenden Kosten der Strecke zerfallen in drei Gruppen:

1. Bahnkosten, welche die Zinsen des Anlagekapitals, sowie die Unterhaltungs- und Bewachungskosten der Bahnstrecke umfassen, soweit diese als proportional mit der Länge der Strecke wachsend und als unabhängig von der Größe des Verkehrs zu betrachten sind. Von den Unterhaltungskosten der Bahn bleibt hier die Abnutzung der Schienen, welche von der Größe des Verkehrs abhängig ist, unberücksichtigt.

Das Anlagekapital der Bahn ist in jedem einzelnen Fall besonders zu ermitteln; für das preußische Staatsbahnnetz vom Jahr 1885 bis 1886 hat dasselbe nach Abzug der Kosten der Bahnhöfe und aller größeren Bauwerke für das Kilometer der freien Strecke etwa 140 000 Mk. betragen. Die Kosten der Unterhaltung und Überwachung der Bahn, wieder nach Abzug der Unterhaltungskosten der Bahnhöfe und aller größeren Bauwerke und ohne Schienenabnutzung, haben auf den preußischen Staatsbahnen in dem genannten Betriebsjahr durchschnittlich 3180 Mk. für das Kilometer betragen.

2. Fahrdienstkosten, welche gesondert für den Güter- und Personenverkehr, also für das Tonnenkilometer und für das Personenkilometer zu ermitteln sind. Sie sind unabhängig von den Steigungs- und Krümmungsverhältnissen der Bahn, wachsen aber in gleichem Verhältnis mit der Länge der Bahn und mit der Größe des Verkehrs.

Auf den preußischen Staatsbahnen haben im Betriebsjahr 1885—1886 die Fahrdienstkosten für das Tonnenkilometer der Rohlast der Güterzüge, ausschließlich der Lokomotive und des Tenders, 0,15 Pf. betragen, und für das Tonnenkilometer der Personenzüge, ebenfalls ausschließlich der Lokomotive und des Tenders, 0,405 Pf. Da zur Fortschaffung von einer Tonne Nutzlast durchschnittlich $2^1/_3$ t Rohlast der Güterzüge, und zur Beförderung einer Person durchschnittlich $1^1/_3$ t Zugsgewicht der Personenzüge zu befördern waren, so waren die Fahrdienstkosten für das Nutztonnenkilometer = 0,35 Pf. und für das Personenkilometer = 0,54 Pf. Die genaue Nachweisung und Herleitung dieser Kosten, sowie auch aller folgenden Preisangaben und Rechnungen findet sich: Launhardt, Theorie des Tracierens, Heft II, Januar 1888.

3. Zugkraftkosten, welche nicht allein von der Größe des Verkehrs und von der Länge der Bahn, sondern auch von den Neigungs- und Krümmungsverhältnissen der Trace abhängig sind. Diese Kosten sind für das Lokomotivkilometer zu ermitteln und $B = B_0 + aZ$ zu setzen, in welcher Formel Z die von der Lokomotive geleistete Zugkraft in Tonnen angiebt, a ein Koefficient ist und B_0 demnach die auf das Lokomotivkilometer entfallenden Kosten darstellt, welche ganz unabhängig von der Arbeitsleistung der Lokomotive entstehen.

Nach dem Betriebsergebnis der preußischen Staatsbahnen vom Jahr 1885—1886 kostete das Lokomotivkilometer der Güterzüge $B = 32 + 25\,Z$ Pf. und der Personenzüge $B = 27 + 25\,Z$ Pf. Die Schienenabnutzung ist proportional der von der Lokomotive geleisteten Arbeit angenommen, also in dem Koefficienten a mit enthalten.

Das durchschnittliche Gewicht der Güterzugslokomotiven, einschließlich des Tenders, ist zu $L = 60$ t und das der Personenzugslokomotiven zu $L = 54$ t anzunehmen.

Die Kosten der mit Rücksicht auf das äußerste in der Bahnlinie vorkommende Steigungsverhältnis s einzustellenden Bremsen werden sinngemäß unter diese Ausgabegruppe zu fassen sein. Die Bremserkosten sind für das Tonnenkilometer der Rohlast der Güterzüge mit $e\,s$ anzusetzen, und es berechnet sich der Koefficient e zu 2 Pf. Für den Personenverkehr, bei welchem meistens zusammenhängende Bremseinrichtungen verwendet werden, sollen besondere von den Steigungsverhältnissen abhängige Bremskosten nicht berücksichtigt werden.

Die Betriebskosten der Strecke, wie man sie zur Beurteilung des Einflusses der Steigungs- und Krümmungsverhältnisse, also für die Aufgaben des Tracierens braucht, sind auch mit Ausschluß der Bahnkosten zu ermitteln; sie bestehen also lediglich aus den Fahrdienst- und Zugkraftkosten.

Ist Q das Gewicht eines Zugs in Tonnen, L das Gewicht der Lokomotive und des Tenders in Tonnen, so ist auf horizontaler gerader Strecke die erforderliche Zugkraft $Z = (Q + L)\,w$, wenn w den Widerstandskoefficienten im Durchschnitt für Lokomotive und Wagen bezeichnet. Der von der Fahrgeschwindigkeit abhängige Widerstandskoefficient läßt sich im Mittel für Güterzüge zu 0,0036, für Personenzüge zu 0,0055 und für Schnellzüge zu 0,008 annehmen.

In Krümmungen wächst der Zugwiderstand, wenn mit c der Kurvenwiderstandskoefficient bezeichnet wird, um $(Q + L)\,c$. Es kann, innerhalb der Grenzen der in der Regel zur Anwendung kommenden Krümmungshalbmesser, für einen Halbmesser von r m annähernd zutreffend $c = \frac{1}{r}$ gesetzt werden.

Auf ansteigender Strecke vom Steigungsverhältnis s ist die in gerader Linie erforderliche Zugkraft $Z = (Q + L)\,(w + s)$.

Die von der Lokomotive zu leistende Zugkraft findet ihre Begrenzung entweder durch den Reibungswiderstand der Triebräder auf den Schienen oder durch die Dampfentwicklungsfähigkeit des Kessels und die verlangte Fahrgeschwindigkeit. Man kann die äußerste Zugkraft der Lokomotive in Abhängigkeit von ihrem Gewicht allgemein $Z = z\,L$ setzen, wobei dann

z zwischen 0,02 und 0,14 schwankt und als Zugkraftkoefficient bezeichnet wird. Aus der Gleichung

$$z L = (Q + L)(w + s)$$

findet man das Zuggewicht, welches auf einer Steigung s aufwärts gefördert werden kann, zu

$$Q = \frac{z - w - s}{w + s} L.$$

Die in diese Formel zur Berechnung des Zuggewichts einzusetzende Steigung s heißt die maßgebende Steigung. In der Regel bildet das steilste auf einer Bahn vorkommende Steigungsverhältnis die maßgebende Steigung. Kommen aber in der steilsten Strecke Kurven vor, so muß zur Feststellung der maßgebenden Steigung dem steilsten Steigungsverhältnis noch der Kurvenwiderstand der schärfsten darin vorkommenden Kurve hinzugefügt werden. In Ausnahmsfällen können aber kurze Strecken mit steiler Steigung unter teilweiser Aufzehrung der lebendigen Kraft des Zugs mit allmählich abnehmender Fahrgeschwindigkeit bei der Bergfahrt betrieben werden. Solche Strecken, welche man Anlaufsteigungen nennt (vgl. Anlaufsteigung), bleiben dann bei Ermittlung der maßgebenden Steigung unberücksichtigt.

Ist eine Steigung so flach, daß auf der Thalfahrt noch Zugkraft aufgewendet werden muß, so steht der Zugkraft auf der Bergfahrt

$$Z_1 = (Q + L)(w + s)$$

die Zugkraft auf der Thalfahrt

$$Z_{,,} = (Q + L)(w - s)$$

gegenüber, und es ist im Durchschnitt für beide Fahrrichtungen die Zugkraft $Z = (Q + L) w$, also genau so groß, wie auf horizontaler Bahn. Steigungen, welche auf der Thalfahrt noch Zugkraft erfordern, bei welchen also noch nicht gebremst wird, sind daher im Betrieb nicht teurer als horizontale Strecken; sie werden daher unschädliche Steigungen genannt. Die Grenze der unschädlichen Steigungen ist gleich dem Widerstandskoefficienten w, also für Personenzüge größer als für Güterzüge; in Kurven vom Widerstandskoefficienten c rückt diese Grenze bis auf $w + c$ hinauf.

Im Gegensatz zu den unschädlichen Steigungen heißen diejenigen Steigungen, auf welchen bei der Thalfahrt gebremst wird und der Zug ohne Dampfverbrauch, also ohne Zugkraftleistung abwärts läuft, schädliche Steigungen. Die durchschnittliche Zugkraft für Berg- und Thalfahrt auf schädlichen Steigungen $Z = \frac{1}{2}(Q + L)(w + s)$ ist, da s größer als w ist, stets größer als auf der horizontalen.

Auf einer Bahn, deren maßgebende Steigung s ist und durch welche Züge vom Gewicht Q befördert werden, sind die Betriebskosten für das Tonnenkilometer, wenn mit f die Fahrdienstkosten für das Tonnenkilometer bezeichnet werden, allgemein

$$k = f + es + \frac{B_0 + aZ}{Q}.$$

Auf den Strecken mit unschädlicher Steigung und in Kurven vom Widerstand c ist die erforderliche Zugkraft im Mittel für Thal- und Bergfahrt $Z = (Q + L)(w + c)$, mithin

$$k_0 = f + es + \frac{B_0}{Q} + \frac{a(Q + L)}{Q} w + \frac{a(Q + L)}{Q} c.$$

Da

$$Q = \frac{z - w - s}{w + s} L$$

sein muß, so folgt:

$$k_0 = f + es + \frac{B_0 (w + s)}{L(z - w - s)} + \frac{a z w}{z - w - s} + \frac{a z c}{z - w - s}.$$

In dieser Gleichung giebt das erste Glied f die Fahrdienstkosten, das zweite Glied $e\,s$ die Bremserkosten, das dritte Glied die Kosten der Lokomotive ohne Berücksichtigung ihrer Arbeitsleistung, das vierte Glied die Kosten der Arbeitsleistung der Lokomotive in gerader Linie, und das fünfte Glied den Kostenzuwachs in Kurven.

Auf einer Strecke mit schädlicher Steigung s_1 und in einer Kurve vom Widerstand c, auf welcher daher die erforderliche Zugkraft im Mittel für Thal- und Bergfahrt

$$Z = \frac{1}{2}(Q + L)(w + s_1 + c)$$

ist, sind die Betriebskosten

$$k_1 = f + es + \frac{B_0 (w + s)}{L(z - w - s)} + \frac{\frac{1}{2} a z (w + s_1)}{z - w - s} + \frac{\frac{1}{2} a z c}{z - w - s}.$$

Eine Vergleichung der Formeln für die Betriebskosten auf unschädlicher und schädlicher Steigung läßt die bemerkenswerte Thatsache erkennen, daß die durch die Kurven verursachte Erhöhung der Betriebskosten auf schädlichen Steigungen nur halb so groß ist als auf unschädlichen Steigungen. Es ist dies auch ohne weiteres erklärlich, da die Kurven auf unschädlichen Steigungen in beiden Fahrrichtungen, auf schädlichen Steigungen aber nur bei der Bergfahrt erhöhten Dampfverbrauch verursachen.

Hat eine Kurve vom Halbmesser r in Meter α Grad Centriwinkel, so ist ihre Länge $0{,}018\,\alpha r$ m oder gleich $0{,}000018\,\alpha r$ km. Sie verursacht in unschädlicher Steigung daher einen Betriebskostenzuwachs

$$\frac{a z c}{z - w - s} . 0{,}000018\,\alpha r,$$

oder da $c = \frac{1}{r}$ ist, von

$$\frac{a z}{z - w - s} . 0{,}000018\,\alpha.$$

Läge die Kurve in schädlicher Steigung, so würde die Betriebskostenerhöhung nur halb so groß sein.

Ist nun α_0 die Centriwinkelsumme aller Kurven in unschädlicher Steigung, α_1 die Centriwinkelsumme aller Kurven in schädlicher Steigung, so finden sich die Betriebskosten, welche die gesamten in einer Bahn vorkommenden Kurven für den Übergang einer Tonne Zuglast verursachen, zu

$$\frac{a z}{z - w - s} . 0{,}000018 \left(\alpha_0 + \frac{1}{2}\alpha\right).$$

Wird durch eine schädliche Steigung s_1 von der Länge l eine Höhe h_1 erstiegen, so daß also $s_1\, l = h_1$ ist, so sind die aus der Arbeits-

leistung der Lokomotive entstehenden Kosten für den Übergang einer Tonne Zuglast

$$\frac{\frac{1}{2} a z}{z - w - s} (w + s_1) l$$

oder

$$\frac{a z}{z - w - s} \frac{1}{2} w l + \frac{1}{2} h_1).$$

Ist die Gesamtlänge aller in schädlicher Steigung liegenden Strecken einer Bahn $= l_1$, die Gesamthöhe, welche durch alle diese Strecken erstiegen wird, $= h$, so sind die aus der Arbeitsleistung der Lokomotive auf sämtlichen Strecken mit schädlicher Steigung entstehenden Betriebskosten

$$\frac{a z}{z - w - s} \left(\frac{1}{2} w l_1 + \frac{1}{2} h\right).$$

Die gleichen Kosten für alle Strecken mit unschädlichen Steigungen, deren Gesamtlänge $= l_0$ sei, findet man ohne weiteres zu

$$\frac{a z}{z - w - s} w l_0.$$

Die Fahrdienstkosten, die Kosten der Bremser und die Lokomotivkosten ohne Berücksichtigung der Arbeitsleistung der Lokomotive sind proportional der Gesamtlänge der Bahn

$$l_0 + l_1 = l,$$

und zwar:

$$\left\{f + e s + \frac{B_0 (w + s)}{L (z - w - s)}\right\} l.$$

Die Betriebskosten für den Übergang einer Tonne Zuglast sind daher für die ganze Länge der Bahn

$$k = \left\{f + e s + \frac{B_0 (w + s}{L (z - w - s)}\right\} l +$$
$$+ \frac{a z}{z - w - s} \{w l_0 + \frac{1}{2} w l_1 + \frac{1}{2} h +$$
$$+ 0{,}000018 (\alpha_0 + \tfrac{1}{2} \alpha_1)\}.$$

Das zweite Glied dieser Gleichung giebt den von den Steigungs- und Krümmungsverhältnissen der Bahn abhängigen Teil der Betriebskosten. Man kann nun an Stelle der nach Steigung und Krümmung vielfach wechselnden Gestaltung der Trace ein Steigungsverhältnis berechnen, welches bei einheitlicher Durchführung vom Anfangs- bis zum Endpunkt der Bahn und in geradliniger Erstreckung bei unveränderter Länge der Bahn und bei unveränderter Zugbelastung die gleichen Betriebskosten erfordern würde.

Bei Berechnung dieses Steigungsverhältnisses, welches als gleichwertige Steigung bezeichnet wird, hält man also an der maßgebenden Steigung s, trotzdem diese auf der Bahn mit gleichwertiger Steigung gar nicht mehr vorkommen würde, fest, so daß das erste Glied der Gleichung für die Betriebskosten unverändert bleibt. An Stelle des zweiten Glieds der Gleichung würde dann für eine gleichwertige Steigung $s_{,,}$ treten

$$\frac{a z}{z - w - s} \left(\frac{w + s_{,,}}{z}\right) l.$$

Durch Gleichsetzung der Betriebskosten der Bahn mit dieser gleichwertigen Steigung und den Betriebskosten für die wirkliche Gestaltung der Trace erhält man dann

$$s_{,,} = \frac{1}{l} \{w l_0 + h + 0{,}000018 (2 \alpha_0 + \alpha_1)\}.$$

Kommen keine schädlichen Steigungen und auch keine Kurven in einer Bahn vor, so werden h, α_0 und α_1 gleich Null und l_0 wird gleich l, mithin $s_{,,} = w$, welches also der kleinste Wert ist, den die gleichwertige Steigung überhaupt haben kann.

Unter Benutzung der Größe der gleichwertigen Steigung nimmt die Gleichung für die Betriebskosten, welche der Übergang einer Tonne Zuglast über die ganze Bahn erfordert, die einfache Form an

$$k = \left\{f + e s + \frac{B_0 (w + s) + \frac{1}{2} a z L (w + s_{,,})}{L (z - w - s)}\right\} l.$$

Die Betriebskosten werden hiernach, wenn alle anderen Verhältnisse unverändert bleiben, um so kleiner, je größer der Zugkraftkoefficient z angeordnet wird. Es kommen aber manche Umstände in Betracht, welche es unvorteilhaft machen, mit der Größe des Zugkraftkoefficienten, also mit der Kuppelung der Lokomotivachsen, über ein bestimmtes, von der Größe der maßgebenden Steigung abhängiges Maß hinaus zu gehen. Zunächst verteuert die Vergrößerung des Zugkraftkoefficienten durch die erforderliche Kuppelung der Achsen die Anschaffungs- und noch mehr die Unterhaltungskosten der Lokomotive und vermehrt die inneren Reibungswiderstände derselben, so daß der Wert B_0 mit der Vergrößerung des Zugkraftkoefficienten z wächst, was in der Formel nicht berücksichtigt wurde. Ferner werden bei großen Zugkraftkoefficienten die Züge sehr schwer und lang, so daß die Anzahl der Züge und daher die Fahrgelegenheit zu gering wird, die Zugordnungskosten zu groß, und die Bahnhofsgleise zu lang werden müssen. Endlich muß die Fahrgeschwindigkeit bei den schweren Zügen in einer für den Verkehr unerwünschten Weise verringert werden, und es wachsen infolge der geringeren Geschwindigkeit alle von der Zeit abhängigen Betriebsausgaben.

Die Abwägung aller in Betracht kommenden Umstände hat erfahrungsgemäß dahin geführt, daß der Zugkraftkoefficient für Güterzüge zu $0{,}05 + 2 s$ und für Personenzüge zu $0{,}02 + 2 s$ angenommen werden kann.

Setzt man dieses Maß für den Zugkraftkoefficienten z in die entwickelten Formeln für die Betriebskosten ein, ferner in diesen $f = 0{,}15$, $e = 2$, $B_0 = 32$, $a = 25$, $w = 0{,}0036$ und $L = 60$, so erhält man für verschiedene Steigungsverhältnisse die Betriebskosten für das Tonnenkilometer der Rohlast der Güterzüge in Pfennigen nach der folgenden Tabelle:

Maßgebende Steigung s	Betriebskosten für das Tonnenkilometer: auf unschädlichen Steigungen s_0	auf schädlichen Steigungen und in Krümmungen $s_1 + c =$ 0,006	0,010	0,015	0,025
1 : ∞	0,288	—	—	—	—
0,0036	0,337	—	—	—	—
0,006	0,366	0,402	—	—	—
0,010	0,410	0,447	0,509	—	—
0,015	0,458	0,498	0,563	0,644	—
0,025	0,539	0,581	0,651	0,739	0,914

Diese Tabelle läßt erkennen, daß die Betriebskosten für das Tonnenkilometer der Rohlast

der Güterzüge sich mit einem befriedigenden Grad von Genauigkeit durch die einfache Näherungsformel

$$k = 0,24 + 10\,s + 17\,(s_1 + c)$$

ausdrücken lassen, wobei für unschädliche Steigungen wieder $s_1 + c = w = 0,0036$ gesetzt werden muß. Läßt man die Betriebskosten auf einer in ganzer Länge horizontalen und geraden Bahn außer Betracht, welche ja praktisch keine Bedeutung haben, so bleibt der größte Fehler, welcher bei Benutzung dieser Näherungsformel gemacht wird, bis zu Steigungen von 0,025 unter 2%.

Für den Personenverkehr wird durch Einsetzung des Zugkraftkoefficienten

$$z = 0,02 + 2\,s,$$

sowie für $f = 0,405$, $c = 0$, $B_0 = 27$, $a = 25$, $w = 0,0055$ und $L = 54$ für die Betriebskosten des Tonnenkilometer der Personenzüge die folgende Tabelle erhalten:

Maßgebende Steigung s	Betriebskosten für das Tonnenkilometer: auf unschädlichen Steigungen s_0	auf schädlichen Steigungen und in Krümmungen $s_1 + c =$ 0,010	0,015	0,025
1 : ∞	0,784	—	—	—
0,0055	0,893	—	—	—
0,010	0,945	1,037	—	—
0,015	0,986	1,081	1,187	—
0,025	1,035	1,135	1,246	1,468

Die Zahlen dieser Tabelle zeigen, daß die Betriebskosten für das Tonnenkilometer der Personenzüge mit einem befriedigenden Grad von Genauigkeit durch die einfache Näherungsformel

$$k = 0,73 + 8\,s + 22\,(s_1 + c)$$

berechnet werden können, wobei für unschädliche Steigungen $s_1 + c = w = 0,0055$ einzusetzen ist. Der größte Fehler, welcher bei Berechnung nach dieser Näherungsformel gemacht wird, bleibt unter $1^1/_2$%.

Auf den preußischen Staatsbahnen war im Betriebsjahr 1885—1886, wie schon früher angegeben, das Verhältnis der unter Ausschluß der Lokomotive und des Tenders bestimmten Rohlast zur Nutzlast, das ist der Ladungskoefficient b, für den Güterverkehr $= 2^1/_3$, so daß die Betriebskosten für das Nutztonnenkilometer betragen

$$k = 0,56 + 23^1/_3\,s + 39^2/_3\,(s_1 + c).$$

Bei Beförderung einer Person wurden $1^1/_3$ Tonnen Rohlast fortgeschafft, so daß die Betriebskosten für das Personenkilometer sich ergeben zu:

$$k = 0,973 + 10^1/_3\,s + 29^2/_3\,(s_1 + c).$$

Ist für eine Bahnlinie die gleichwertige Steigung $s_{,,}$ bestimmt, so kann man nach den eben gegebenen einfachen Formeln, indem man $s_1 + c = s_{,,}$ darin einsetzt, die Betriebskosten für die ganze Länge der Bahn sehr leicht berechnen. Die Betriebskosten für den Übergang einer Tonne hängen lediglich von der maßgebenden Steigung s und von der gleichwertigen Steigung $s_{,,}$ ab. Um zur Beurteilung der Betriebswürdigkeit einer Bahn ein Maß zu erhalten, kann man diese beiden Steigungsverhältnisse s und $s_{,,}$ auf ein einziges zurückführen, welches nicht allein einheitlich auf die ganze Länge der Bahn als vorhanden gedacht, sondern auch zugleich maßgebende Steigung für das Zuggewicht ist. Dieses Steigungsverhältnis $s_{,,,}$, welches **virtuelle Steigung** genannt werden möge, findet man für den Güterverkehr aus der Gleichung

$$0,24 + 10\,s_{,,,} + 17\,s_{,,,} = 0,24 + 10\,s + 17\,s_{,,}$$

zu

$$s_{,,,} = 0,37\,s + 0,63\,s_{,,}$$

und für den Personenverkehr aus der Gleichsetzung

$$0,405 + 8\,s_{,,,} + 22\,s_{,,,} = 0,405 + 8\,s + 22\,s_{,,}$$

zu

$$s_{,,,} = 0,27\,s + 0,73\,s_{,,}.$$

Unter Benutzung der virtuellen Steigung findet man die Kosten für den Übergang einer Tonne Rohlast der Güterzüge über die Bahnlänge l zu

$$k = (0,24 + 27\,s_{,,,})\,l$$

oder zu

$$k = 0,24\,(1 + 112,5\,s_{,,,})\,l$$

Pfennige, und für den Übergang einer Tonne der Personenzüge zu

$$k = (0,730 + 30\,s_{,,,})\,l$$

oder zu

$$k = 0,73\,(1 + 41\,s_{,,,})\,l$$

Pfennige.

Man erkennt aus diesen Gleichungen, daß **die Steigungsverhältnisse auf die Erhöhung der Betriebskosten beim Personenverkehr einen weit geringeren Einfluß als beim Güterverkehr äußern.**

Wäre z. B. auf einer Flachlandbahn die maßgebende Steigung $s = 0,003$, die gleichwertige Steigung für den Güterverkehr

$$s_{,,} = 0,0039$$

und für den Personenverkehr $s_{,,} = 0,0058$, mithin die virtuelle Steigung dieser Bahn für den Güterverkehr

$$s_{,,,} = 0,37 \times 0,003 + 0,63 \times 0,0039 = 0,00357$$

und für den Personenverkehr

$$s_{,,,} = 0,27 \times 0,003 + 0,73 \times 0,0058 = 0,00404,$$

so wären die Betriebskosten für den Übergang einer Tonne der Güterzüge 0,3364 l Pf. und für eine Tonne der Personenzüge 0,8512 l Pf.

Auf einer Gebirgsbahn, deren maßgebende Steigung 0,03 und deren gleichwertige Steigung für den Güterverkehr 0,020 und für den Personenverkehr 0,0225 ist, deren virtuelle Steigung also für den Güterverkehr 0,0237 und für den Personenverkehr 0,0245 ist, würde der Übergang einer Tonne der Güterzüge 0,88 l Pf. und einer Tonne der Personenzüge 1,465 l Pf. kosten. Die Tonne der Güterzüge wäre also auf der Gebirgsbahn etwa 2,6 mal teurer als auf der Flachlandbahn, die Tonne der Personenzüge aber nur 1,7 mal teurer.

Bei allen Rechnungen der Betriebskosten ist bis jetzt an der Annahme festgehalten, daß der Verkehr in beiden Richtungen gleich groß sei, wie es ja auch in der Regel nahezu der Fall ist. Die Rechnungsergebnisse bleiben auch für den Fall richtig, daß der Verkehr in einer Richtung stärker als in der andern sein sollte, wenn nur für den Ladekoefficienten ein entsprechender Wert in Rechnung gestellt wird.

Ist das Verhältnis der Verkehrsmenge in der Hauptrichtung zu der in der Nebenrichtung wie 1 zu r, und ist der Ladekoefficient in der

Hauptrichtung gleich b, so ist er in der Nebenrichtung $b_1 = \frac{b - 1 + r}{r}$.

Liegt die maßgebende Steigung s, nach welcher das Zuggewicht bestimmt wird, in der Hauptrichtung, so können in der Nebenrichtung steilere Steigungen als s vorkommen, deren Grenze aus der Gleichung

$$\{Q\,(b - 1 + r) + L\}\,(w + s_1) = z\,L$$

erhalten wird, wenn Q die Nutzlast eines Zugs in der Hauptrichtung bezeichnet.

Wäre beispielsweise die maßgebende Steigung in der Hauptrichtung des Verkehrs $s = 0{,}0164$ und der Zugkraftkoefficient $z = 0{,}08$, so könnte bei einem Widerstandskoefficienten

$$w = 0{,}0036$$

in der Hauptrichtung ein Zuggewicht $b\,Q = 3\,L$ fortgeschafft werden. Für den Fall, daß $b = 2$ und $r = \frac{1}{3}$ wäre, könnte demnach in der Nebenrichtung eine Steigung $s_1 = 0{,}023$ vorkommen.

Falls in der Nebenrichtung steilere Steigungen als das zulässige Maß s_1 vorkommen, würden diese zur maßgebenden Steigung werden.

Die Betriebskosten erfahren durch die geringere Belastung der Züge in der Nebenrichtung, wie sich durch eingehendere Rechnungen nachweisen läßt, eine so geringe Ermäßigung, daß man dieselbe ganz unberücksichtigt lassen kann. Man kann deshalb das Zuggewicht $b\,Q$ der Hauptrichtung auch für die Nebenrichtung als gleichbleibend annehmen, wodurch eine Gesamtlast $2\,b\,Q$ auf eine Nutzlast $(1 + r)\,Q$ entfällt, der Ladekoefficient also mit $b_1 = \frac{2\,b}{1 + r}$ in Rechnung zu stellen ist. (Vgl. Launhardt, Theorie des Tracierens, Heft II, Hannover 1888.)

Launhardt.

Betriebskostenabgang, Betriebsdeficit *(Deficiency; Déficit,* m., *d'exploitation)*, jener Betrag, um welchen bei einer Bahnunternehmung die Betriebseinnahmen eines Jahrs hinter den Betriebsausgaben desselben Jahrs zurückbleiben.

Der B. kann als eine vorübergehende Erscheinung eines einzelnen ungünstigen Jahrs auftreten, hervorgerufen durch außerordentliche Ausgaben (infolge von Elementarschäden, größeren Unfällen etc.) oder durch abnormalen Rückgang der Einnahmen (infolge von Verkehrsstörungen u. dgl.); der B. kann aber auch chronisch auftreten und sich von Jahr zu Jahr wiederholen, indem eben der davon betroffenen Bahn die Rentabilitätsbedingungen fehlen.

Ein solcher chronischer B. wird dann nicht zum Vorschein kommen, wenn es sich dabei um eine einzelne Strecke eines größeren Netzes handelt und der Ausfall durch die Überschüsse der anderen Strecken gedeckt wird.

Trifft diese Voraussetzung nicht zu und kann zur Deckung des Ausfalls weder der Staat aus dem Titel einer übernommenen Ertragsgarantie, noch auch ein vorhandener Extraordinarialfonds (Reservefonds u. dgl.) herangezogen werden, so muß eine Privatbahn dem Bankerott verfallen; bei Staatsbahnen wird ein chronischer B. entweder zum Verkauf oder aber zu einer Erhöhung der Tarifsätze führen, wo solche noch möglich ist.

Vereinzelte Bahnen mit einem chronischen B. kommen fast in allen Staaten vor; in Österreich wurden anfangs der 1870er Jahre mehrere seither verstaatlichte garantierte Bahnen (ungarisch-galizische Bahn, Albrecht-Bahn, Gisela-Bahn und Vorarlbergbahn) notleidend und wuchs der B. dieser Bahnen bis 1876 auf mehr als $1^1/_2$ Mill. Gulden an; die Regierung stellte sich auf den Standpunkt, daß sich die Garantie nur auf den Kapitalzinsbedarf und nicht auch auf das Betriebsdeficit erstrecke und lehnte daher eine Verpflichtung zur Deckung des letzteren ab; die Schädigung, welche hierdurch dem Staats- und Eisenbahnkredit erwuchs, führte zum Gesetz vom 14. Dezember 1877, R. G. Bl. Nr. 122, durch welches die Regierung ermächtigt wurde, Bahnen, welche eine staatliche Reinertragsgarantie genießen, Vorschüsse zur Bedeckung von B. zu gewähren.

Im Jahr 1887 ergab sich in den nachfolgenden Staaten ein Gesamtbetriebskostenabgang von nebenstehender Höhe:

Österreich-Ungarn	99 276	Mk.
Deutschland	13 061	„
Schweiz	14 145	„
Belgien	11 818	„
Frankreich	2 215 014	„
Großbritannien	298 228	„
Italien	840 968	„
Rußland	3 088 888	„

Seit der Zusammenlegung der Bahnen, welche an B. krankten, mit dem übrigen Staatseisenbahnnetze weist die österr.-ungar. Statistik nur bezüglich der Militärbahn Banjaluka-Doberlin einen B. aus.

In Deutschland haben die Militärbahn, die Schleswig-Angeler und Georgs-Marienhütte-Eisenbahn einen B., in der Schweiz die Bahnen Wohlen-Bremgarten und Rapperswеil-Pfäffikon, in Belgien die Bahn Hasselt-Maeseyck. In Frankreich ergeben zahlreiche, in der Statistik besonders ausgewiesene Strecken des Netzes der Staatsbahnen und der sechs großen Gesellschaften einen B., welcher jedoch durch den Überschuß der anderen Linien der betreffenden Verwaltungen gedeckt wird. Von den französischen Hauptbahnen *(d'intérêt général)* ergeben einen B. die Ceinture de Paris (Rive gauche) und Grande Ceinture de Paris, die Bahnen Vassy à Doulevant-le-Château, Alais au Rhône, Arles à Saint-Louis du Rhône und Marseille (Banlieue sud et vieux port de); von den Lokalbahnen *(d'intérêt local)* Frankreichs schließen 1887 17 von 58 mit einem B.

In Großbritannien einschließlich Irland hatten 1887 15 Gesellschaften einen B., darunter, abgesehen von der East and West Junction mit 66 km und der West Lancashire mit 27 km, zumeist kleine Bahnen mit Strecken von 1—20 km.

In Italien leiden an B. die Sarda-Bahn mit 414 km, die Linie Arezzo-Fossato mit 134 km und außerdem acht kleine Gesellschaften mit Linien von 3—36 km.

In Rußland weisen fünf Bahnen einen B. aus, darunter drei Staatsbahnen und zwei Privatbahnen. Dr. Röll.

Betriebskrankenkassen der Eisenbahnen in Deutschland und Österreich sind Kassen unter staatlicher Aufsicht, welche dazu bestimmt sind, dem Arbeiter- und sonstigen Betriebspersonal (in Deutschland auch dessen Angehörigen) in Krankheitsfällen ärztliche Hilfe, Arznei und Heilmittel, Krankengelder, und bei Todesfällen den Hinterbliebenen ein besonderes Sterbegeld zu gewähren. Mit der Unfallver-

sicherung besteht ein Zusammenhang insofern, als die Fürsorge für einen Teil der Unfälle in die Krankenversicherung gewiesen ist. Die Unfallversicherung als solche gewährt nämlich nur bei Tod des Verletzten und falls die Verletzung zwar nicht den Tod, aber eine (gänzliche oder teilweise, dauernde oder vorübergehende) Erwerbsunfähigkeit zur Folge hat, nach Ablauf der ersten 13 Wochen (in Deutschland), bezw. 4 Wochen (in Österreich) seit dem Eintritt des Unfalls die in dem Unfallversicherungsgesetz vorgesehene Fürsorge. Bis zum Eintritt der Unfallfürsorge bei Verletzungen erhält der Verletzte die Unterstützung aus der B.

Sowohl nach dem deutschen als nach dem österreichischen Krankenversicherungsgesetz ist den Unternehmern größerer Betriebe das Recht eingeräumt, sich von der Beteiligung an den allgemeinen (Orts-, Berufs-, Bezirks-) Krankenkassen auszuschließen und für ihre Arbeiter B. zu errichten. Von diesem Recht haben die meisten Bahnverwaltungen in Deutschland und Österreich Gebrauch gemacht und teils neue B. errichtet, teils bestandene Krankenkassen in B. umgewandelt.

Neben den B. bestehen sowohl nach der deutschen als nach der österreichischen Gesetzgebung Baukrankenkassen für die bei Eisenbahnbauten verwendeten Personen. In Deutschland werden für die Werkstättenbediensteten, welche in Österreich an den B. für das übrige Bahnpersonal teilnehmen, besondere Werkstättenkrankenkassen errichtet.

In Deutschland sind die B. in Gemäßheit der Vorschriften in dem § 59 ff. des Reichsgesetzes vom 15. Juni 1883 (R. G. Bl., S. 73 ff.), betreffend die Krankenversicherung der Arbeiter, eingerichtet. Jede B. ist ein für sich bestehendes Institut. Dieselbe kann unter ihrem Namen Rechte erwerben und Verbindlichkeiten eingehen, vor Gericht klagen und geklagt werden. Für alle Verbindlichkeiten der Kasse haftet den Kassengläubigern nur das Vermögen der Kasse. Der Kasse beizutreten verpflichtet sind zunächst alle beim Eisenbahnbetrieb gegen Gehalt oder Lohn beschäftigten Personen, sofern nicht die Beschäftigung ihrer Natur nach eine vorübergehende oder durch den Arbeitsvertrag im voraus auf einen Zeitraum von weniger als einer Woche beschränkt ist.

Ob der Eisenbahnbetrieb hier in dem beschränkten Sinn des Haftpflichtgesetzes oder in der ganz allgemeinen Bedeutung des Eisenbahnwesens als eines besonderen Erwerbszweigs gemeint ist, ist aus dem Gesetz selbst nicht zu entnehmen und war es hiernach zweifelhaft, ob beispielsweise die bei der Bahnunternehmung und in den Bureaux verwendeten Personen dem Versicherungszwang unterliegen; indessen hat man in der Praxis die Versicherungspflicht im weiteren Sinn interpretiert und auf alle im Eisenbahndienst Stehenden ausgedehnt. So hat dies insbesondere die preußische Staatseisenbahnverwaltung aufgefaßt, welche in ihrem Musterstatut die Versicherungspflicht auf alle im Bezirk der einzelnen Eisenbahnbehörden beschäftigten Personen ausdehnt und derselben auch das Bureauxpersonal der Eisenbahndirektionen unterwirft.

Nach dem deutschen Krankenversicherungsgesetz sollen der Versicherung auch Betriebsbeamte unterliegen, wenn ihr Arbeitsverdienst an Lohn oder Gehalt $6^2/_3$ Mk. für den Tag nicht übersteigt. Übrigens sind nach § 3, Abs. 1, des Gesetzes alle bei den Staatseisenbahnverwaltungen mit festem Gehalt angestellten Beamten dem Versicherungszwang nicht unterworfen und gewähren zumeist auch die Privatbahnen ihren fest angestellten Beamten die zur Befreiung derselben von der Versicherungspflicht erforderliche Zusicherung der Fortzahlung des Gehalts in Krankheitsfällen bis zu 13 Wochen.

Alle übrigen im Eisenbahndienst beschäftigten Personen sind nicht verpflichtet, jedoch berechtigt der Kasse beizutreten. Versicherungspflichtige gehören mit dem Tag des Eintritts in die Beschäftigung der Kasse als Mitglieder an, sofern sie nicht nachweislich Mitglieder einer den Anforderungen des Gesetzes entsprechenden Innungskrankenkasse, Knappschafts- oder Hilfskasse sind. Nichtversicherungspflichtige melden den Eintritt mündlich oder schriftlich beim Kassenvorstand an. Die Mitgliedschaft erlischt mit dem Ausscheiden aus der die Mitgliedschaft begründenden Beschäftigung (unbeschadet des freiwilligen Weiterverbleibens des Mitglieds in der Kasse während seines Aufenthalts im Gebiet des deutschen Reichs). Berechtigte Mitglieder können ihren Austritt jederzeit bewirken und gelten schon durch Nichtleistung an zwei aufeinander folgenden Zahlungsterminen als ausgeschieden.

Das Kassenstatut ist vom Unternehmer zu errichten; dieses kann die Beiträge und Unterstützungen statt nach durchschnittlichen Taglöhnen in Prozenten des wirklichen Tagesverdienstes der Versicherten festsetzen. Die Rechnungs- und Kassenführung obliegt dem Unternehmer, der bei unzureichenden Kassenbeständen die erforderlichen Vorschüsse zu leisten hat. Die Betriebsunternehmer haben die statutenmäßigen Beiträge für die Kassenmitglieder zu den festgesetzten Terminen in die Kasse einzuzahlen und können zwei Drittel hiervon bei der Lohnzahlung in Abzug bringen. Werden die gesetzlichen Mindestleistungen der B. durch die 3%igen Beiträge nicht gedeckt, so hat der Betriebsunternehmer das Fehlende zuzuschießen. Bei zeitweiliger Betriebseinstellung oder bei Sinken der Zahl der in dem betreffenden Betrieb beschäftigten versicherungspflichtigen Personen unter die doppelte Zahl der statutenmäßigen Vorstandsmitglieder kann die Verwaltung der B. durch die Aufsichtsbehörde erfolgen. Über die Auflösung der B. s. § 68 des Gesetzes.

Nach dem Normalstatut für die B. im Bereich der preußischen Staatseisenbahnverwaltung (Erl. d. Min. d. öff. Arb. vom 28. März 1884, E. V. Bl. Nr. 9, S. 165 ff.) bestehen die Einnahmen zunächst in den laufenden Beiträgen der Mitglieder und des Betriebsfonds. Die zur Teilnahme verpflichteten Mitglieder zahlen 2% des Einkommens (einschließlich Wohnungsgeld, Remuneration, Ortszulagen), während aus dem Betriebsfonds (vom Betriebsunternehmer) ein Zuschuß von 50% dieser Beiträge geleistet wird; die zur Teilnahme Berechtigten zahlen 3% ihres Verdienstes. Die Kasseneinnahmen bestehen ferner aus dem Eintrittsgeld der Mitglieder, welches bei einem Tagesverdienst von Mk. 1,50 und mehr die Hälfte, bezw. $^3/_4$, bei einem Tagesverdienst von weniger als Mk. 1,50 50—70 Pf. beträgt, sofern diese Sätze den Betrag des für sechs Wochen zur Kasse zu leistenden Kassenbeitrags

nicht übersteigen. Beträgt der für sechs Wochen zu entrichtende Kassenbeitrag weniger, so wird nur ein Eintrittsgeld in der Höhe dieses Betrags erhoben. Jene Mitglieder, welche nachweisen, daß sie schon früher einer gleichgehaltenen Krankenkasse angehört haben, sind von der Entrichtung des Eintrittsgelds befreit.

Weitere Einnahmen der Kasse bilden die Zinsen vorhandener Kassenbestände, sowie des Reservefonds, sobald letzterer den zulässigen Höchstbetrag erreicht hat (Doppelte des Mindestbetrags einer durchschnittlichen Jahresausgabe), die Geldstrafen, welche gegen die im Arbeiterverhältnis beschäftigten Personen von den vorgesetzten Behörden oder gegen Kassenmitglieder vom Vorstand verhängt werden, etwaige Geschenke und sonstige Zuwendungen, sowie etwa erforderliche außerordentliche Zuschüsse des Betriebsfonds.

Der Anspruch auf die statutarischen Kassenleistungen im Fall einer Krankheit oder durch Krankheit herbeigeführten Erwerbsunfähigkeit beginnt für die Mitglieder und deren Angehörige mit dem Tag des Beginns der Mitgliedschaft. Die Kasse gewährt ihren Mitgliedern vom Beginn der Krankheit (Verletzung) ab auf die Dauer von 13 Wochen freie ärztliche und wundärztliche Behandlung, freie Arznei, Verbandstücke, sowie Brillen, Bruchbänder und ähnliche Heilmittel. Bei Familienangehörigen der Mitglieder (Ehefrau oder die an deren Stelle den Haushalt führende Tochter, Mutter oder Schwester, die Kinder unter 15 Jahren oder ältere jedoch gänzlich erwerbsunfähige, Eltern und Schwiegereltern, die von dem Mitglied erhalten werden) werden die Kosten der Arznei und der sonstigen genannten Verband- und Heilmittel nur zur Hälfte auf die Kasse übernommen, ferner gewährt die Kasse ihren Mitgliedern, die durch Krankheit (Verletzung) erwerbsunfähig geworden, vom dritten Tag nach der Erkrankung auf die Dauer von 13 Wochen ein Krankengeld in der Höhe der Hälfte des der Beitragsberechnung zuletzt zu Grunde gelegten Tagesverdienstes, den weiblichen Kassenmitgliedern im Fall der Niederkunft eine Wöchnerinnenunterstützung auf die Dauer von drei Wochen in Höhe der Hälfte des Tagesverdienstes, oder sie veranlaßt die Unterbringung des Erkrankten in ein Krankenhaus auf Kosten der Kasse. Eine weitere Kassenleistung ist das Sterbegeld, u. zw. wird beim Tod eines Mitglieds ein Sterbegeld in der Höhe des dreißigfachen Betrags des ortsüblichen Taglohnsatzes gewöhnlicher Tagarbeiter geleistet, beim Tod der Ehefrau in der Höhe von $^2/_3$, beim Tod eines noch nicht 15 Jahre alten oder gänzlich erwerbsunfähigen Kinds eines Mitglieds oder einer Tochter, welche an Stelle der Mutter den Haushalt führte, in der Höhe von $^1/_3$ des für das Mitglied festgesetzten Sterbegelds. War die verstorbene Ehefrau oder Tochter selbst Mitglied der B. oder einer andern auf Grund gesetzlicher Vorschrift errichteten Krankenkasse, so wird das obengedachte Sterbegeld nicht entrichtet.

Die Angelegenheiten der Kasse werden bei den preußischen Staatsbahnen unter Oberaufsicht einer kgl. Eisenbahndirektion und unter Aufsicht eines kgl. Eisenbahnbetriebsamts von einem aus vier Mitgliedern bestehenden Vorstand verwaltet. Drei Mitglieder sind aus den Kassenangehörigen gewählt, ein Mitglied wird von dem betreffenden kgl. Eisenbahnbetriebsamt besonders hierzu bezeichnet.

Die Geschäfte der Kassen- und Buchführung werden von der bezüglichen Eisenbahnbetriebskasse unentgeltlich geführt.

Alljährlich findet eine ordentliche Generalversammlung statt. Diese besteht aus Vertretern der Kassenmitglieder und der Eisenbahnverwaltung. Die Vertreter der Kassenmitglieder werden von diesen gewählt. Behufs Vornahme der Wahl bilden sämtliche Kassenmitglieder einer oder mehrerer Stationen je einen Wahlverband. In jedem Verband wird dann auf eine bestimmte Anzahl von Mitgliedern ein Vertreter gewählt. Der Generalversammlung ist vorbehalten 1. die Abnahme der Jahresrechnung und die Befugnis, dieselbe vorgängig durch einen besonderen Ausschuß prüfen zu lassen, 2. die Verfolgung von Ansprüchen, welche der Kasse gegen Vorstandsmitglieder aus deren Amtsführung erwachsen, 3. die Beschlußnahme über Abänderung der Statuten. Die Generalversammlung faßt ihre Beschlüsse mit absoluter Stimmenmehrheit sämtlicher in der Generalversammlung vertretener Stimmen.

Die B. haben einen Reservefonds im Mindestbetrag einer in der Regel nach dem Ergebnis der letzten drei Jahre berechneten durchschnittlichen Jahresausgabe und im Höchstbetrag des doppelten Mindestbetrags anzusammeln als Hilfsquelle für den Fall außergewöhnlicher Ansprüche an die Kasse. Das darüber hinaus der Kasse zur Verfügung stehende Vermögen soll zu den statutenmäßigen Kassenzwecken verwendet werden. Um das Gleichgewicht zwischen den Einnahmen und Ausgaben der Kassen zu erhalten, ist eine Ermäßigung oder Herabsetzung der Kassenleistungen erforderlichen Falls bis auf die gesetzlichen Mindestleistungen herbeizuführen, wenn die Kasseneinnahmen sich als unzureichend erweisen. Reichen die Einnahmen einer Kasse auch zur Deckung der gesetzlichen Mindestleistungen nicht aus, so sind die Beiträge bis zu einem Höchstbetrag von $4^1/_2\%$ des Lohn- und Diensteinkommens zu erhöhen und falls auch dann die Einnahmen noch unzureichend sein sollten, die fehlenden Beträge von der Eisenbahnverwaltung zuzuschießen.

Hat infolge anderweitiger Abgrenzung der Verwaltungsbezirke ein größerer Teil der Mitglieder aus der Kasse auszuscheiden, so wird die Kasse geschlossen, bezw. aufgelöst. Das vorhandene Vermögen der Kasse ist im Fall der Schließung, bezw. Auflösung zunächst zur Berichtigung rückständiger Zahlungen und zur Deckung bereits entstandener Ansprüche auf die Kassenleistungen zu verwenden. Der Rest fällt derjenigen B. zu, welcher die Mitglieder nach der Schließung, bezw. Auflösung beizutreten haben. Die Verteilung erfolgt pro rata nach Kopfzahl der Mitglieder.

Bei den für Rechnung des preußischen Staats verwalteten Eisenbahnen bestanden im Jahr 1888: 78 B., von denen drei im Lauf des Jahrs aufgelöst wurden. Die Zahl der Mitglieder betrug 130 600; die Zahl der Sterbefälle 1542 oder 1,19%. Krankheitsfälle kamen 31 355 vor oder 24,24%, hiervon infolge von Unfällen 3184 oder 2,46%. Die Einnahmen be-

liefen sich auf 2 739 562 Mk., die Ausgaben 2 495 622 Mk.

Die B. der württembergischen Staatsbahnen zählten 1887 einschließlich der Werkstättenkrankenkassen 2211 Mitglieder, die sich auf acht Kassen verteilen. Es kamen 1054 Erkrankungsfälle oder 47,66% vor, hiervon 84 infolge von Betriebsunfällen oder 3,8%. Die Zahl der Sterbefälle belief sich auf 27 oder 1,44%. Die Einnahmen betrugen 58 324 Mk., die Ausgaben 45 803 Mk.

Die Zahl der Mitglieder der B. der badischen Staatseisenbahnen betrug im Jahr 1887 7056 Personen; die Zahl der Erkrankungsfälle 2919 (41,36%), hiervon infolge von Betriebsunfällen 599 (8,48%), die Zahl der Sterbefälle 72 (1,02%).

Die unter kgl. sächsischer Staatsverwaltung stehenden Staats- und Privateisenbahnen hatten Ende 1887 16 B.

In Österreich sind die B. durch die Gesetze vom 30. März 1888, R. G. Bl. Nr. 33, bezw. 4. April 1889, R. G. Bl. Nr. 39, organisiert. Versicherungspflichtig sind alle Arbeiter und Betriebsbeamten, welche beim Eisenbahnbetrieb beschäftigt sind. Auch in Österreich hat man den Begriff des „Betriebs" im weitesten Sinn interpretiert und demnach auch die Arbeiter bei der Bahnerhaltung und in den Werkstätten, sowie überhaupt alle im Tag- und Wochenlohn stehenden Bediensteten, welche im direkten Dienstverhältnis zur Bahnanstalt stehen, der Versicherungspflicht unterworfen.

Das mit festen Bezügen angestellte Personal kann von der Versicherungspflicht durch die Aufsichtsbehörde befreit werden, falls demselben nach der Dienstordnung in Krankheitsfällen der Fortbezug des Gehalts (Lohns) durch wenigstens 20 Wochen gewährleistet ist.

Mit Rücksicht auf Eisenbahnen gelten nach dem Gesetz vom 30. März 1888 als B.:

1. die bei Eisenbahnbetrieben, welche dem öffentlichen Verkehr dienen, jedoch nicht vom Staat verwaltet werden, bestehenden Unterstützungskassen;

2. die bei Betrieben, welche vom Staat verwaltet werden, bestehenden Unterstützungskassen, soferne bei allen diesen Eisenbahnbetriebskassen die Kassenleistungen gegenüber den Teilnehmern in Krankheitsfällen den Betrag der gesetzlichen Mindestleistungen erreichen, ferner der Betriebsunternehmer (also Privatbahngesellschaft oder Staat) mindestens gleich hohe Beiträge leistet, als er nach obigem Gesetz für die Krankenversicherung zu leisten hätte und wenn allen Mitgliedern in betreff der Erwerbslosigkeit, des Eintrittgelds, des Beginns des Unterstützungsanspruchs, der Strafen etc., dieselben Begünstigungen gewahrt bleiben, als ihnen diesbezüglich das Gesetz sichert.

Was die Höhe der Beiträge betrifft, so dürfen dieselben zur Deckung des gesetzlichen Mindesterfordernisses, sofern sie den versicherungspflichtigen Mitgliedern zur Last fallen, nicht höher als mit 3% des bei Berechnung des Krankengelds zu Grunde gelegten Lohnbetrags festgesetzt werden. Höhere Beiträge können nur mit einer Majorität von $^3/_4$ der Anwesenden bei gesonderter Abstimmung der Vertreter der Arbeitgeber und Kassenmitglieder beschlossen werden. Sollen im Statut Leistungen festgesetzt werden, welche über das gesetzliche Mindestausmaß hinausgehen, so dürfen die obbezeichneten Beiträge bei der Errichtung der Kasse 2% vom Lohnbetrag nicht übersteigen. Eine Erhöhung bis zu 3% bedarf bei gesonderter Abstimmung der Vertreter der Arbeitgeber und Kassenmitglieder der absoluten Majorität der Anwesenden. Von den statutenmäßigen Beiträgen, welche für die versicherungspflichtigen Mitglieder entfallen, sind zwei Drittel von dem Mitglied und ein Drittel von dem Arbeitgeber zu entrichten.

Nicht Versicherungspflichtige, ferner Betriebsbeamte, deren Jahresarbeitsverdienst 1200 fl. übersteigt, und Volontäre haben die vollen statutenmäßigen Beiträge aus Eigenem zu entrichten.

Reichen die Bestände der B. zur Deckung der laufenden Ausgaben nicht aus, so hat der Betriebsunternehmer die nötigen Vorschüsse unverzinslich zu leisten.

Werden die gesetzlichen Mindestleistungen der Kassen durch die Beiträge, nachdem diese für die Versicherten 3% des bei Berechnung des Krankengelds zu Grunde gelegten Lohns erreicht haben, nicht gedeckt, so hat der Betriebsunternehmer die zur Deckung derselben erforderlichen Zuschüsse aus eigenen Mitteln zu leisten.

Als Mindestleistungen der B. an die Mitglieder sind festgesetzt:

a) vom Beginn der Krankheit an freie ärztliche Behandlung mit Inbegriff des geburtshilflichen Beistands, sowie die nötigen Heilmittel und sonstigen therapeutischen Behelfe;

b) im Fall die Krankheit mehr als drei Tage dauert und der Kranke erwerbsunfähig ist, vom Tag der Erkrankung an für jeden Tag ein Krankengeld von 60% des im Gerichtsbezirk üblichen Taglohns gewöhnlicher, der Versicherungspflicht unterliegender Arbeiter.

Die Krankenunterstützung ist, solange die Krankheit dauert, und wenn sie nicht früher endet, durch mindestens 20 Wochen vom Beginn der Krankheit, und zwar wöchentlich im nachhinein zu leisten.

Wöchnerinnen ist bei normalem Verlauf des Wochenbetts die Krankenunterstützung auf die Dauer von mindestens vier Wochen nach ihrer Niederkunft zu gewähren.

Für den Todesfall des Versicherten sind den Hinterbliebenen die Beerdigungskosten wenigstens im zwanzigfachen Betrag des im Gerichtsbezirk üblichen Taglohns gewöhnlicher versicherungspflichtiger Arbeiter zu gewähren.

An Stelle der freien ärztlichen Behandlung, der notwendigen Heilmittel und des Krankengelds kann freie Kur und Verpflegung in einem öffentlichen Krankenhaus nach der letzten Klasse auf Kosten der B. gewährt werden, und zwar für diejenigen, welche mit ihrem Ehegatten oder mit anderen Gliedern ihrer Familie in gemeinsamem Haushalt leben, bezw. anderweitige häusliche Pflege genießen, mit Zustimmung des Erkrankten oder unabhängig von derselben, wenn die Art der Krankheit es erfordert; für sonstige Erkrankte unbedingt.

Der Unterstützungsanspruch beginnt mit dem Zeitpunkt, in welchem die Versicherten durch Eintritt in die betreffende Beschäftigung Mitglieder der Kasse werden; von versicherungspflichtigen Personen darf beim Eintritt in die Kasse ein Eintrittsgeld nicht

verlangt werden. Für Mitglieder, welche der Versicherungspflicht nicht unterliegen, ist ein bestimmtes Eintrittsgeld festgesetzt, welches mindestens den Betrag des vollen, für sechs Wochen zu leistenden Kassenbeitrags erreichen muß.

Der Krankengeldberechnung wird zu Grunde gelegt:

1. bei mit fixem Gehalt angestellten Bediensteten (falls diesen infolge Erkrankung dieser Gehalt eingestellt wird) die auf den Tag reduzierte Quote des zuletzt bezogenen Gehalts, einschließlich etwaigen Quartiergelds;

2. bei allen anderen Bediensteten und Arbeitern (wenn denselben zufolge der Erkrankung der Gehalt oder Lohn eingestellt wird) der zuletzt bezogene, auf den Tag reduzierte Gehalt, oder der zuletzt bezogene Taglohn, insofern nicht bei (taxativ aufzuzählenden) einzelnen Kategorien von Arbeitern der übliche Taglohn als Grundlage ausdrücklich bezeichnet wird.

Der der Berechnung des Krankengelds zu Grunde gelegte Gehalt oder Lohn darf in keinem Fall niedriger sein als der in dem betreffenden Gerichtsbezirk übliche, im Sinn des § 7 des Gesetzes vom 30. März 1888 festgesetzte Taglohn gewöhnlicher, der Versicherungspflicht unterliegender Arbeiter, und darf andererseits den Betrag von 2 fl. ö. W. für den Arbeitstag nicht überschreiten.

Die Mitgliedschaft erlischt:

1. mit dem Tag der durch die kompetente Behörde erfolgten Befreiung von der Versicherungspflicht;

2. durch den Übertritt in eine andere nach den Bestimmungen des Gesetzes vom 30. März 1888 bestehende Krankenkasse;

3. mit dem Ausscheiden aus dem Dienst der betreffenden Eisenbahn.

Wenn jedoch aus dem Dienst ausgeschiedene frühere Kassenmitglieder nicht zu einer Beschäftigung übertreten, vermöge deren sie Mitglieder einer andern im Gesetz vom 30. März 1888 genannten Krankenkasse werden, und wenn dieselben nachgewiesen erwerblos sind, so behalten sie die Mitgliedschaft und mit derselben das Recht auf die Kassenleistungen, wenn sie sich innerhalb des Geltungsgebiets des oberwähnten Gesetzes aufhalten, durch sechs Wochen.

Die Krankenkasse hat einen Reservefonds im Betrag der zweifachen durchschnittlichen Jahresausgabe anzusammeln und erforderlichen Falls wieder bis zu dieser Höhe zu ergänzen.

Die durchschnittliche Jahresausgabe ist in der Weise zu berechnen, daß nach Ablauf des ersten Jahrs des Bestands der Kasse die Jahresausgabe dieses Jahrs, nach Ablauf der ersten zwei Jahre der Durchschnitt dieser beiden Jahre und nach Ablauf der ersten drei Jahre der Durchschnitt dieser drei Jahre als solche anzusehen ist.

Nach Ablauf jedes weiteren Jahrs hat die Ausgabe dieses letzteren, zuzüglich der Ausgaben der beiden unmittelbar vorhergehenden Jahre, als Grundlage der Berechnung des Durchschnitts zu dienen.

Dem Reservefonds sind außer den Zinsen seiner Bestände und den eingeflossenen Strafgeldern der alljährliche Überschuß der Einnahmen über die Ausgaben der Kasse, mindestens jedoch solange der Fonds den Betrag der zweifachen durchschnittlichen Jahresausgabe nicht erreicht hat, zwei Zehntel des Jahresbetrags der Beiträge an die Kasse zuzuführen.

Hat der Reservefonds den Betrag der zweifachen durchschnittlichen Jahrsausgabe erreicht, so ist eine weitere Dotierung desselben einzustellen.

Für die Anlage des Reservefonds sind die Bestimmungen über die Anlage von Pupillarvermögen maßgebend.

Die B. wird von einem Ausschuß verwaltet, welcher aus einem Obmann und 4—10 Mitgliedern besteht. Der Obmann und die Hälfte der Mitglieder werden von der Bahn, die übrigen von den Kassemitgliedern auf drei Jahre gewählt. Der Ausschuß vertritt die Kasse gerichtlich und außergerichtlich. Die Vertretung erstreckt sich auf alle Geschäfte und Rechtshandlungen, für welche nach dem Gesetz eine Specialvollmacht erforderlich ist.

Die Rechnungs- und Kassenführung besorgt die Bahnverwaltung unter ihrer Verantwortlichkeit und auf ihre Kosten durch ihre Organe. Die Einnahmen und Ausgaben werden getrennt von den übrigen Einnahmen und Ausgaben gebucht und Bestände der Krankenkasse getrennt nachgewiesen.

Ergiebt sich aus den Jahresabschlüssen der Kasse, daß die Einnahmen derselben zur Deckung ihrer Verpflichtungen, einschließlich der zur statutenmäßigen Dotierung der Reserve erforderlichen Beträge nicht ausreichen, so ist, sofern nicht durch eine entsprechende Änderung in der Verwaltung oder Kontrolle oder auf andere Weise eine Besserung der Verhältnisse in sicherer Aussicht steht, vom Ausschuß im Weg einer Statutenänderung entweder eine Erhöhung der Beiträge oder, soweit dies nach dem Gesetz vom 30. März 1888 zulässig, eine Herabminderung der Kassenleistungen zu beschließen.

Ergiebt sich dagegen aus den Jahresabschlüssen, daß die Jahreseinnahmen den zur Deckung der Kassenverpflichtungen erforderlichen Betrag übersteigen, so ist, nachdem der Reservefonds die statutenmäßige Maximalhöhe erreicht hat, vom Ausschuß im Weg einer Statutenänderung entweder eine entsprechende Ermäßigung der Beiträge oder eine Erhöhung der Kassenleistungen zu beschließen.

Die bei Eisenbahnbetrieben, welche dem öffentlichen Verkehr dienen, jedoch nicht vom Staat verwaltet werden, bestehenden Unterstützungskassen stehen unter Aufsicht der k. k. Generalinspektion der österreichischen Eisenbahnen. Dieser Behörde steht es zu, Verfügungen zu treffen, Änderungen des Statuts anzuordnen, nötigenfalls mit rechtsverbindlicher Wirkung vorzunehmen, welche zur gesicherten Erreichung des Zwecks der Krankenversicherung als erforderlich sich darstellen.

Streitigkeiten, welche zwischen einer Bahn und den von ihr beschäftigten Personen über die Berechnung und Zurückhaltung der auf die letzteren entfallenden Beitragsanteile entstehen, dann Streitigkeiten zwischen einer Bahn und der Kasse über die Verpflichtung zur Leistung von Beiträgen werden in allen Fällen von der Aufsichtsbehörde entschieden.

Streitigkeiten zwischen den Kassemitgliedern und der Krankenkasse gehören zur Kompetenz eines seitens der Kasse eigens bestellten Schiedsgerichts.

Die Kassen, welche bei Eisenbahnbetrieben, die vom Staat verwaltet werden, bestehen, sind der Aufsicht der die Verwaltung der betreffenden Staatsbetriebe leitenden Behörden unterworfen.

Ende 1889 bestanden bei den österr. Staats- und Privateisenbahnen 28 auf Grund des neuen Gesetzes organisierte B. (22 bei Haupt- und Lokalbahnen, 2 bei Bergbahnen und 4 bei Dampftramways). Hiervon wurden 20 aus den früheren Krankenkassen umgebildet und 8 neu errichtet.

B. im eigentlichen Sinn, die gesetzlich organisiert sind, giebt es bei den Bahnverwaltungen der übrigen Staaten nicht, wenngleich die Einrichtungen der dort vielfach bestehenden Krankenkassen ungefähr denselben Zweck verfolgen (s. auch Krankenkassen).

Litteratur: Archiv 1887, S. 1, 639 ff.; Archiv 1888, S. 840 ff.; Archiv 1889, S. 815 ff.

Dr. Ziffer.

Betriebsleitung, in Österreich bei mehreren Lokalbahnen, vereinzelt auch in Deutschland bei kleineren Bahnen vorkommende Bezeichnung für die obere Betriebsstelle; bei den ungarischen Staatsbahnen bezeichnet man als B. die der Direktion unterstellten mittleren Dienststellen, welchen die unmittelbare Leitung und Überwachung des Betriebsdienstes in bestimmten Bezirken überwiesen ist; solche B., welche nach Art der bei mehreren deutschen Staatsbahnverwaltungen, dann bei den österreichischen Staatsbahnen bestehenden Mittelstellen (Betriebsdirektionen, Betriebsämter, Oberbahnämter) organisiert sind, bestehen in Budapest I und II, Kolozsvár, Arad, Szegedin und Zágráb; an der Spitze der B. steht bei den ungarischen Staatsbahnen ein Oberinspektor, dem ein Inspektor als Stellvertreter beigegeben ist, s. Betriebsdienst.

Betriebsmaschinendienst, Bezeichnung für den Zugförderungs-, Fahr- und Wagenaufsichtsdienst; der B. umfaßt sonach die Sorge für genügende und rechtzeitige Beistellung der Zugkraft, für den betriebsfähigen Zustand der Maschinen und Wagen in und außer der Fahrt, sowie die Regelung und Überwachung des Dienstes des Lokomotivpersonals.

Zur Versehung des B. sind zunächst die Lokomotivführer und Heizer, die Lokomotivaufseher und Putzer, die Wagenmeister, Wagenwärter und das betreffende Arbeiterpersonal berufen.

Das Wagenaufsichtspersonal ist stets, das Lokomotivpersonal, sobald die Maschine in der Domizilstation zum Dienst gestellt ist oder auf einer Station Aufenthalt hat, dem Stationsvorsteher unterstellt.

Außer der Fahrt untersteht das Lokomotivpersonal den Betriebswerkmeistern (Maschinenmeistern, Heizhausleitern, Depotchefs).

Die Leitung und Überwachung des B. wird bei kleineren Bahnverwaltungen unmittelbar von dem Vorstand der maschinentechnischen Abteilung (Obermaschinenmeister, Maschinenmeister, Maschinendirektor, *Chef du matériel et de traction*) der Direktion ausgeübt, bei größeren Verwaltungen bestehen zu diesem Behuf entweder besonders exponierte Beamte (Betriebsmaschineninspektoren, Zugförderungsinspektoren, *Ingénieurs du matériel et de traction*, Lokomotivdistriktsbeamte u. dgl.), deren Wirkungskreis sich auf einen bestimmten Bezirk erstreckt, oder sofern zur Leitung des Betriebsdienstes innerhalb gewisser Bezirke eigene Dienststellen (Betriebsdirektionen, Betriebsleitungen, Betriebsoberinspektionen, Oberbahnämter, Eisenbahnbetriebsämter u. dgl.) bestehen, dem solchen Dienststellen zugeteilten maschinentechnischen Referenten (Zugförderungsreferent u. dgl.).

Bei den preußischen Staatsbahnen gehört die Leitung des B. zum Wirkungskreis der Eisenbahnbetriebsämter, bei welchen zumeist Maschineninspektoren als Hilfsarbeiter thätig sind. In Bayern und Sachsen fungieren Bezirksmaschinenmeister und Maschineninspektoren als Referenten der Oberbahnämter, bezw. der (sächsischen) Betriebsoberinspektionen für den maschinentechnischen Dienst.

Bei den österreichischen Staatsbahnen und der galizischen Karl Ludwig-Bahn haben die Betriebsdirektionen Zugförderungsreferenten als Vorstände des B.

Die beiden großen italienischen Betriebsgesellschaften haben den B. derart organisiert, daß bei den Betriebsdirektionen je ein Centralbureau für den B. besteht, welchem eine Anzahl exponierter Oberinspektionen (Inspektionen) für ihren Dienstzweig untersteht.

Eine Reihe größerer Verwaltungen in den verschiedenen Staaten besitzt exponierte Zugförderungschefs, welche in unmittelbarer Unterordnung unter die Centralstelle den B. leiten und beaufsichtigen, so z. B. die badischen Staatsbahnen (Maschineninspektoren und Ingenieure), die österreichisch-ungarische Staatseisenbahngesellschaft, die Grand Central belge etc. (Zugförderungschefs), die niederländischen Staatsbahnen (Betriebsmaschinenmeister und Ingenieurs).

Bei den elsaß-lothringischen Eisenbahnen versehen den B. innerhalb bestimmter Bezirke Betriebsmaschineninspektoren und Ingenieure.

Die französischen Bahnen sind zur Überwachung der B. in Bezirke (*Arrondissements, Sections*) eingeteilt, in welchen *Inspecteurs principales*, *Inspecteurs*, *Sous-Inspecteurs* und *Ingénieurs de la traction du matériel* thätig sind.

In ähnlicher Weise übertragen auch die englischen Bahnen die Überwachung des B. in bestimmten Bezirken eigenen Lokomotivdistriktsbeamten, welche dem Lokomotivsuperintendenten unterstehen.

Dr. Röll.

Betriebsmaschinenmeister, vielfach vorkommende Bezeichnung für die Leiter des Betriebsmaschinendienstes für den gesamten Bereich einer Eisenbahnverwaltung oder für einzelne Strecken derselben; in Preußen werden B., welche früher den Betriebsämtern zugeteilt wurden, nicht mehr ernannt und erfolgt nunmehr die Anstellung der Maschinentechniker als Maschineninspektoren; in Bayern bezeichnet man als B. die Heizhausleiter.

Betriebsmaterial. Der Ausdruck B. wird in verschiedenem Sinn gebraucht. Sehr häufig versteht man darunter das rollende Material der Bahnen, also Wagen, Lokomotiven etc. Hierfür ist jedoch der Ausdruck Betriebsmittel üblicher, s. d.

Dagegen pflegt man alles übrige beim Betrieb erforderliche Material, z. B. Schmiermaterial, Heizmaterial etc., mit dem Ausdruck Betriebsmaterialien zu bezeichnen, s. d.

Betriebsmaterialien (*Working materials*, pl.; *Matériaux*, m. pl.) im weiteren Sinn alle diejenigen Stoffe, welche bei Ausübung des Eisenbahnbetriebs Verwendung finden. Im engeren Sinn werden unter B. diejenigen Stoffe verstanden, welche, wie beispielsweise die zur Heizung der Lokomotiven u. s. w. erforderlichen Kohlen, bei ihrer Verwendung für die Zwecke des Betriebs aufgezehrt werden, im Gegensatz zu den Baumaterialien (s. d.), welche zur Herstellung des Bahnkörpers, der Fahrbahn u. s. w. benutzt, aber durch den Betrieb nicht unmittelbar verbraucht werden. Die Unterscheidung zwischen B. und Baumaterialien ist indessen nicht überall eine unbedingt feststehende. Manche Gegenstände, wie z. B. Schienen, können ebensowohl zu den ersteren als zu den letzteren gerechnet werden, da sie einerseits zur Herstellung der Fahrbahn dienen, andererseits aber auch durch unmittelbare Einwirkung des Betriebs in kürzerer oder längerer Frist verbraucht werden. Bei den preußischen Staatsbahnen werden die Schienen zu den Baumaterialien gerechnet. Als die wichtigsten B. sind anzuführen:

1. Die zur Heizung der Lokomotiven, der Wagen, der Diensträume, sowie im Werkstättenbetrieb erforderlichen Brennstoffe — Holz, Steinkohlen, Anthracit, Braunkohle, Torf, Holzkohle, Coaks, Briquetts, Petroleum (s. Beheizung der Eisenbahnwagen und Beheizung der Gebäude, Brennmaterialien);

2. die Stoffe zur Beleuchtung der Züge, der Stationen, der Signalvorrichtungen, sowie etwaiger Arbeits- oder Unfallsstellen, an denen zur Nachtzeit gearbeitet werden muss (s. Beleuchtung der Eisenbahnwagen, Beleuchtung der Gebäude, Beleuchtungsmaterialien);

3. die Stoffe zum Schmieren der Lokomotiven, Wagen, Maschinen u. s. w., als Rüböl, Baumöl, Olivenöl, Mineralöl, Vaselin, Unschlitt, Wagenfett, Starrschmiere etc. (s. Schmiermittel);

4. die Stoffe zum Putzen der Lokomotiven, Tender, Wagen u. s. w. (s. Putzmaterialien);

5. Dichtungsmaterialien, als Mennigekitt, Hanf, Asbest, Kalkstein, Leder, Blei, Filz u. s. w.;

6. die zum Betrieb der elektrischen Telegraphen, Telephone etc. erforderlichen Materialien, Elemente (Zink- und Kupferpole), Kupfervitriol, Batteriegläser, Isolatoren, Telegraphendraht, Kabel, Spulen, Morsé-Streifen u. s. w. (s. Telegraphenapparate);

7. die Materialien zum Reinigen und Desinfizieren der auf den Stationen befindlichen Aborte, der Viehwagen, Rampen und Buchten, als Karbolsäure, Kreosot, Chlorkalk, Eisenvitriol, schwefelige Säuren etc. (s. Desinfektion);

8. Kanzleimaterialien, als Papier, Tinte, Tusche, Stempel- und Druckerfarbe, Hektographenmasse, Oblaten, Siegelwachs etc.;

9. verschiedene Farb- und Kittmaterialien, Kautschuk-, Leder- und Textilwaren, Seiler-, Glas- und Porzellanwaren, Plomben, Plombierschnüre, Fruchtgummi, Bindestränge, Besen, Scheuertücher, Zünder, Zündhölzer u. a. m.

Die B. werden beim Eisenbahnbetrieb zum Teil in sehr großen Mengen gebraucht, so daß durch die Beschaffung derselben die Ausgabenetats der Eisenbahnen sehr stark belastet werden. Bei dieser Kostspieligkeit und da es für die Durchführung eines ordnungsmäßigen Betriebs unerläßlich ist, daß die erforderlichen B. stets in einer dem Zweck entsprechenden Güte und Menge zur Verfügung stehen, ist die Verwaltung der B. ein sehr wichtiger Dienstzweig.

Bei den preußischen Staatsbahnen erfolgt die Beschaffung der B. und die Verteilung derselben an die Verbrauchsstellen in der Regel durch die königl. Eisenbahndirektionen. (S. Administration.) Zur Hilfeleistung in den diesen letzteren Behörden durch die Verwaltung der B. erwachsenden Geschäften ist bei jeder derselben ein „Materialienbureau" eingerichtet, welchem ein höherer Techniker vorsteht. Für jedes Jahr wird der Bedarf an den einzelnen B. im voraus auf Grund der gemachten Erfahrungen unter Berücksichtigung der in dem betreffenden Jahr voraussichtlich etwa eintretenden besonderen Verhältnisse veranschlagt und die Lieferung der hiernach erforderlichen Mengen an geeignete Unternehmer übertragen. Die Anlieferung der B. erfolgt in Magazinen (Depots), von denen aus die Verbrauchsstellen nach Bedarf versorgt werden.

Bei den österreichischen Staatsbahnen werden die B. in Vorratsmaterialien und B. im engeren Sinn eingeteilt, und zwar wird unter Vorratsmaterial dasjenige verstanden, welches den eigentlichen disponiblen Materialvorrat bildet und sowohl dem Quantum als dem Geldwert nach in Evidenz geführt wird, während zu den B. nur solche Gegenstände gezählt werden, welche bei den Verbrauchsstellen nicht in Evidenz geführt, für bestimmte Zeitabschnitte zum gänzlichen, ausschließlichen Verbrauch von den betreffenden Dienstzweigen bezogen und vom Vorratsrechnungsleger außer Evidenz gebracht werden. Die Beschaffung der gesamten Materialien erfolgt zum Teil durch die einzelnen Fachabteilungen der Generaldirektion für ihre Dienstzweige, teils durch die Eisenbahnbetriebsdirektionen, bei welchen eigene Bureaux für den „Materialdienst" bestehen; bei der Generaldirektion sind solche Bureaux nur bei den Fachabteilungen für Bau- und Bahnerhaltung, sowie für den Zugförderungs- und Werkstättendienst eingerichtet, und außerdem besteht noch ein Bureau für Materialevidenz und Materialkontrolle.

Bei den österreichischen Privatbahnen ist der Materialdienst zum Teil centralisiert, zum Teil wird derselbe von den einzelnen Fachabteilungen besorgt.

Bei den ungarischen Staatsbahnen ist der Materialdienst centralisiert, und besteht bei der Direktion in Unterordnung unter die Hauptsektion für allgemeine Verwaltung eine besondere „Material- und Inventarbeschaffungssektion".

In Bayern, Baden, Sachsen und Württemberg ist der Materialdienst ebenfalls direkt der Generaldirektion unterstellt, und zwar besteht in Bayern eine „Betriebsmaterialienverwaltung" innerhalb der Generaldirektionsabteilung II (Betriebsabteilung für den Fahrdienst und das gesamte Maschinenwesen), in Baden eine „Hauptverwaltung der Eisenbahnmagazine", in Sachsen eine „Wirtschaftshauptverwaltung", in Württemberg eine Eisenbahnhauptmagazinsverwaltung in Eßlingen und bei den elsaß-lothringischen Bahnen ein Materialienbureau.

In Frankreich steht die Materialverwaltung zumeist unter der Abteilung für Zugförderung und Werkstättendienst (*Traction et matériel*), wie z. B. bei der Chemin de fer

du Midi, du Nord, d'Orléans, de Paris à Lyon et à la Méditerranée; bei den Staatsbahnen ist der Magazinsdienst (*Service des magasins*) der Direktion unterstellt und bildet eine eigene Unterabteilung derselben mit einem *Chef du service* an der Spitze.

In England ist die Materialverwaltung ebenfalls centralisiert, unter einem besonderen Vorstand (*Starc keeper*). (S. Administration, Bahnerhaltung, Materialverwaltung.)

Litteratur: Tilp, Bedingnisse für Leistungen und Lieferungen im Eisenbahnwesen, Wien 1875; Simon und Friederici, Materialienkunde zum Gebrauch f. Eisenbahnen, Lahr 1884; Brosius, Illustriertes Wörterbuch der Eisenbahnmaterialien für Oberbau, Werkstätten, Betrieb und Telegraphie, Wiesbaden 1887. Claus.

Betriebsmittel (*Rolling-stock; Matériel*, m., *d'exploitation, matériel roulant*) sind die auf den Schienen rollenden, zur Abwicklung des öffentlichen Verkehrs der Bahnen erforderlichen Fahrzeuge, also Lokomotiven, Tender, Dampfwagen, Personen-, Post-, Gepäcks- und Güterwagen; nicht hierher zählen im allgemeinen Rangiermaschinen, Werkzeug-, Hilfs-, Rettungswagen, ferner Bahndienstwagen, Draisinen, Schneepflüge und sonstiges Rollmaterial, welches zur Abwicklung des inneren Betriebs dient.

In der Regel wird jede neue Bahn, auch wenn sie gleich bei Betriebseröffnung in den Betrieb einer bestehenden Verwaltung übergeht, mit B. ausgerüstet; ebenso wird gewöhnlich für jede neueröffnete Strecke einer im Betrieb stehenden Eisenbahn Fahrmaterial angeschafft, nur ausnahmsweise kommt es vor, daß, insbesondere zur Ermöglichung des Zustandekommens kleinerer Nebenbahnen, eine Anschaffung von B. entfällt, und die Anschlußbahnen, welche den Betrieb solcher Linien übernehmen, letzteren mit ihren eigenen B. führen. So besitzen keine B. in Deutschland die Birkenfelder und die Ilmebahn, in Luxemburg die Wilhelms-Bahn, in Österreich die Bukowinaer Lokalbahnen, die Leoben-Vordernberger, Ostrau-Friedländer und die Wiener Verbindungsbahn; in der Schweiz die Aargauische Südbahn, die Bötzbergbahn, Effretikon-Hinweil, Sulgen-Gossau, Bulle-Romont, Wald-Rüti, Rappersweil-Pfäffikon; in Frankreich die Grande Ceinture de Paris und einige Lokalbahnen (Rambervillers à Charmes, Bouches du Rhône, Lyon à Fourvières et Saint-Just, Montsecret à Chérencé-le-Roussel, Chemins des Ardennes), in England die Plymouth and Dartmoor, die Port madoc, Croesor and Beddgelert, die Rowrah and Kelton Fell Mineral und die Stocksbridge.

Die Ausstattung der dem öffentlichen Verkehr dienenden Bahnen mit B. soll sowohl was die Zahl als auch die Gattung der B. betrifft, eine den Anforderungen des normalen Personen- und Güterverkehrs entsprechende sein.

Die Lokomotiven einer Bahn sollen im allgemeinen zur Bewältigung des gesamten Zugsverkehrs der eigenen Linien ausreichen. Was die Wagen betrifft, so wird der Stand derselben dann als ausreichend angesehen werden können, wenn sich unter normalen Verhältnissen für eine Bahn keine wesentlichen Passivbeträge aus der Wagenmieteabrechnung ergeben, wenn also die eigenen Wagen einer Bahn auf fremden Linien ungefähr ebensoviel Achskilometer zurücklegen, als die Wagen fremder Bahnen auf der eigenen Bahn. Der Wagenpark kann übrigens umso kleiner sein, eine je weitere Strecke jede Tonne und Person auf der Bahn durchschnittlich zurücklegt, je vollständiger ferner die Wagen ausgenutzt werden.

Es ist selbstverständlich, daß nicht bloß die Größe, sondern auch die Zusammensetzung des Fahrparks den Anforderungen des Verkehrs entsprechen muß. Es muß demnach eine genügende Anzahl von den verschiedenen Kategorien der Lokomotiven (Sekundär-, Personen-, Schnellzugs-, Berglokomotiven etc.) vorhanden sein; ebenso müssen entsprechend viel Personenwagen der verschiedenen Klassen, endlich die erforderlichen offenen und gedeckten Lastwagen (darunter solche mit Bremsen), sowie auch die nötigen Wagen für Sondertransporte (Kohlen-, Viehwagen etc.) zur Verfügung stehen. Specialwagen mit besonderen Einrichtungen, welche diese Wagen ausschließlich nur zum Transport ganz bestimmter Güter geeignet erscheinen lassen (Bier-, Fleisch-, Petroleum-, Spiritus-wagen und dergleichen), pflegen zumeist die betreffenden Industriellen auf eigene Kosten anzuschaffen und in den Fahrpark einer Eisenbahn einzustellen.

Der absolute, bezw. auf den Kilometer entfallende Stand der B. in den europäischen Staaten in den Jahren 1865, 1875, 1880 und 1887 ist aus der Tabelle S. 519 ersichtlich.

Nach dieser Tabelle weist die relativ stärkste Ausstattung mit B. pro Kilometer England und diesem Lande zunächst Belgien auf. Die schwächste Ausstattung ergiebt sich bezüglich der Lokomotiven und Güterwagen in Schweden und Dänemark, bezüglich der Personenwagen in Rußland und Schweden.

Nach der Statistik des V. D. E.-V. pro 1887 hat unter den deutschen Bahnen die Eberstadt-Pfungstadt-Bahn und die Nürnberg-Fürther Bahn die höchste Zahl von Lokomotiven pro Kilometer (1, bezw. 1,32), in Österreich die Aussig-Teplitzer und Ferdinands-Nordbahn (0,55, bezw. 0,41), die relativ meisten Personenwagen besitzen in Deutschland ebenfalls die Main-Neckar- und Ludwigsbahn (1,97, bezw. 6,3 pro Kilometer), in Österreich die Aussig-Teplitzer und Ferdinands-Nordbahn (0,97, bezw. 0,68 pro Kilometer); die relativ meisten Lastwagen hat in Deutschland die Altenburg-Zeitzer Eisenbahn und die Eisenbahndirektion Elberfeld (53,2, bezw. 37,3 Kilometer), in Österreich die Aussig-Teplitzer und Ferdinands-Nordbahn (72,67, bezw. 28,34 pro Kilometer).

Es muß jedoch bemerkt werden, daß die Stückzahl allein für die Vergleichung der Ausstattung mit B. nicht maßgebend ist, daß vielmehr, abgesehen von der Stückzahl, auch die Zahl der Achsen und außerdem bei Personenwagen die Zahl der Sitzplätze, bei Güterwagen die Tragfähigkeit zu berücksichtigen ist. Nach der europäischen Statistik pro 1882 variierte in den einzelnen Ländern die Achszahl pro Kilometer bei den Personenwagen zwischen 0,08 (Finnland) und 1,81 (Belgien), bei den Güterwagen zwischen 3,67 (Dänemark) und 36,- (Belgien).

Was die Zahl der Sitzplätze anbelangt, so schwankt dieselbe nach der europäischen Statistik für 1882 pro Wagen zwischen 30,35 (Norwegen) und 44,77 (Schweiz), pro Achse zwischen 12,4

den italienischen Betriebsgesellschaften in den Bedingnisheften auferlegt.

Nach Art. 19 des Bedingnishefts der Mittelmeerbahn wird nur dann angenommen, daß die B. dem Bedürfnis entsprechen, wenn der mittlere jährliche Lauf bei Lokomotiven 26 000 km, bei Personen- und Gepäckswagen 35 000 km, bei Güterwagen 15 000 km nicht überschreitet.

Die Gesellschaft hat bei Aufstellung des Voranschlags zu berechnen, ob der in Aussicht genommene Verkehr mit den verfügbaren B. ohne Überschreitung obiger Grenzen durchführbar sei, und im Verneinungsfall für angemessene Vermehrung des Stands Sorge zu tragen.

Ebenso werden von Staats wegen sowohl aus militärischen Rücksichten als auch aus allgemeinen Verkehrsrücksichten einheitliche Grundsätze für die Konstruktion der B. vorgeschrieben. Solche Grundsätze geben in Deutschland die Normen für die Konstruktion und Ausrüstung der Eisenbahnen vom 30. November 1885 in ihrem zweiten Abschnitt; für die unter preußischer Staatsverwaltung stehenden Bahnen sind außerdem für die Konstruktionsdetails der einzelnen B. gleichartige Typen vorgeschrieben, nach welchen neue B. herzustellen sind.

Für die österreichischen Bahnen sind einheitliche Grundsätze für die Konstruktion der B. in den §§ 21—25 der Eisenbahnbetriebsordnung vom 16. November 1851 enthalten; für die Eisenbahnen der Schweiz in dem Eisenbahngesetz vom 23. Dezember 1872 und in verschiedenen besonderen Beschlüssen des Bundesrats. Die Konstruktion der B. in Frankreich muß gleichfalls nach bestimmten Normen gemäß dem Cahier des charges und der Ordonnance vom 15. November 1846 (Art. 7—16) erfolgen.

Die Berner Konvention über die technische Einheit enthält ebenfalls Bestimmungen über die gleichartige Konstruktion der für den internationalen Verkehr bestimmten B. (s. Technische Einheit).

Auch freie Vereinbarungen der Eisenbahnen untereinander dienen dazu, die Einheitlichkeit in der Konstruktion der B. zu schaffen; zu diesen Vereinbarungen gehören vor allem die technischen Vereinbarungen des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Die Instandhaltung der B. ist Sache der Maschinenmeister (Maschinendirektoren), sowie des ihnen zugewiesenen Personals; um die Reparaturen der B. sicher und schnell vornehmen zu können, haben fast alle Bahnen Reparaturswerkstätten eingerichtet. Dr. Röll.

Betriebsoberinspektorate, Bezeichnung für Mittelstellen des Betriebsdienstes, die innerhalb eines bestimmten Bezirks einer Eisenbahn mit der Leitung und Überwachung des Betriebsdienstes betraut sind. B. bestehen beispielsweise bei den sächsischen Staatsbahnen in Dresden (Alt- und Neustadt), Leipzig I und II, Zwickau, Chemnitz. Die sächsischen B. besorgen nur den Stationsdienst, jene in Zwickau und Leipzig I auch die Bahnunterhaltung und Bahnaufsicht durch die mit ihnen vereinigten Bezirksingenieurbureaux. An der Spitze der B. in Sachsen steht je ein Betriebsdirektor; die B. der österr. Nordwestbahn in Wien, Nimburg, Prag und Reichenberg bestehen aus einem Bau-, Verkehrs- und Zugförderungsinspektor und haben je einen Oberinspektor als Vorstand. Die Bezeichnung „Betriebsoberinspektor" kommt auch, abgesehen von den erwähnten Mittelstellen, als Bezeichnung für gewisse Funktionäre der Centralstellen vor, denen die Kontrolle des äußeren Betriebsdienstes obliegt (so z. B. bei der Generaldirektion der württembergischen Staatsbahnen).

Betriebsökonomie, die Gesamtheit jener Grundsätze, nach welchen vorzugehen ist, um mit dem relativ geringsten Geldaufwand die größtmöglichste Betriebsleistung zu erzielen.

Es wurde bereits in dem Artikel Bauökonomie auf den innigen Zusammenhang zwischen dieser und der B. hingewiesen und dargethan, von welch wesentlichem Einfluß die bauliche Anlage einer Eisenbahn auf die Ökonomik des Betriebs ist; insbesondere wurde hervorgehoben, welche Rücksichten in dieser Beziehung schon bei der Baudurchführung zu beobachten sind, und daß manche Ersparnisse am Baukapital hinterher namhafte Steigerungen der Betriebskosten (s. d.) zur Folge haben. Es muß somit schon bei der ersten Anlage einer Eisenbahn den künftigen Verkehrsbedürfnissen entsprechend Rechnung getragen werden, und wird bei den nachstehenden Erörterungen eine derartige ökonomische Anlage vorausgesetzt.

Um nun einen thunlichst großen Nutzeffekt bei möglichst geringen Betriebskosten zu erzielen, ist es vor allem Sache der Betriebsverwaltung, die wirklich vorhandenen Bedürfnisse des Verkehrs genau zu erforschen, zu befriedigen und neue Verkehre heranzuziehen. In letzterer Hinsicht kommt in Betracht, daß mit der Zunahme der zu befördernden Gütermenge und Personenzahl sich innerhalb der Grenze der normalen Leistungsfähigkeit der vorhandenen Anlagen und Betriebsmittel bei gleichen oder nahezu gleichen Betriebskosten höhere Einnahmen erzielen lassen. — Würde dagegen die Grenze dieser Leistungsfähigkeit überschritten, so entstehen durch eine noch weitergehende Verkehrssteigerung Schwierigkeiten und Störungen in der Regelmäßigkeit der Betriebsdurchführung, welche nur durch Ergänzung und Erweiterung der Anlagen, Vermehrung der Betriebsmittel (s. d.) und des Personalstands behoben werden können.

Insofern die Verkehrssteigerung durch wesentliche Verbilligung der Transportpreise (Tarifermäßigungen) erzielt werden soll, ist es eine Frage der B., ob infolge dieser Maßnahmen eine derartige Steigerung des Verkehrs zu gewärtigen ist, daß durch die hieraus sich ergebenden Gesamteinnahmen, wenn auch nicht sofort, so doch in absehbarer Zeit nicht nur die Ausfälle an den Frachteinheitssätzen, sondern auch die aus der Mehrbeförderung resultierenden höheren Transportkosten ihre Bedeckung finden.

Abgesehen von der Obsorge für die Entwicklung des Verkehrs, ist es Aufgabe der B. den Verkehr mit den thunlichst geringsten Kosten zu bewältigen, und zwar unbeschadet der gebotenen Sicherheit des Betriebs.

In dieser Beziehung ist vor allem jeder unproduktive Kraft- und Arbeitsaufwand, sowie die damit zusammenhängende Vergeudung von Werten thunlichst zu vermeiden. Es sind daher möglichst alle von der Technik gebotenen maschinellen Hilfsmittel, insbesondere für die Bewegung der Lasten (mechanische Umladevorrichtungen etc.) zu benutzen; des Ferneren muß schon bei der Konstruktion der Fahr-

betriebsmittel, insbesondere der Wagen auf eine entsprechende Tragfähigkeit derselben Bedacht genommen werden, weil hierdurch ein günstigeres Verhältnis der zu befördernden Nutzlast zu dem toten Gewicht der Fahrbetriebsmittel erzielt wird. Bei der Konstruktion der Personenwagen ist hierauf insoweit Rücksicht zu nehmen, als eine möglichste Raumausnutzung mit den Wünschen des Publikums nach Bequemlichkeit vereinbar ist.

Was die Zusammenstellung der Züge anbelangt, so soll auf die zu erwartende Frequenz, und zwar nach Wagenklassen Bedacht genommen werden. Aufgabe der Zugförderung ist es, die den einzelnen Strecken und Zugsgattungen genau angepaßten Maschinengattungen zu ermitteln und selbe entsprechend zu verwenden. Die Wagendirigierung soll die Fahrbetriebsmittel so rasch als möglich dorthin schaffen, wo selbe benötigt werden, thunlichst auf Rückfrachten Bedacht nehmen, womöglich Leertouren und leere Wagenzüge vermeiden, andererseits aber auch ein unbenutztes Stehen der Wagen in den Stationen hintanhalten; kurz es ist Aufgabe der Wagendirigierung, dahin zu wirken, daß die Fahrbetriebsmittel möglichst regelmäßig zu wirklichen Transporten voll ausgenutzt werden, und empfiehlt es sich, an der Erreichung dieses Zwecks die beteiligten Bediensteten durch Feststellung von Wagenausnutzungsprämien zu interessieren.

Ein weiterer Grundsatz der B. ist, die Sendungen auf der kürzesten Route zu instradieren, und zwar gilt dies nicht nur für Transporte innerhalb des eigenen Bahnnetzes, sondern sollen diesbezüglich auch mit den Konkurrenzbahnen, wenn thunlich, Kartelle geschlossen werden.

Die Bahnabnutzung ist abhängig von der Beschaffenheit des Bahnbaues und von der Zugsfrequenz, und zwar steht dieselbe im verkehrten Verhältnis zu der Solidität des Bahnbaues und im geraden Verhältnis zu der Zugsfrequenz, sowie zur Schnelligkeit der verkehrenden Züge und endlich auch zur Schwere der verwendeten Fahrbetriebsmittel. Es muß daher wohl erwogen werden, ob die Ersparnis an Traktionskosten bei Verwendung sehr schwerer Maschinen nicht etwa geringer ist als die Mehrkosten der hierdurch hervorgerufenen stärkeren und rascheren Bahnabnutzung. Was die Abnutzung der Fahrbetriebsmittel anbelangt, so steht dieselbe im geraden Verhältnis zur Solidität ihrer Konstruktion.

Es müssen daher durch zweckmäßige Vorkehrungen der Erhaltung, insbesondere durch ununterbrochene Beobachtungen und sofortige Behebung kleiner Gebrechen, sowohl die Bahnanlagen als auch die Fahrbetriebsmittel bis an die Grenze der Benutzbarkeit in gut brauchbarem Zustand erhalten werden.

Ersparnisse hinsichtlich der Abnutzung der Bahnanlagen und der Fahrbetriebsmittel sind hauptsächlich nur erzielbar durch Vermeidung des Verkehrs überflüssiger Züge. Es darf hierbei selbstverständlich nicht zu weit gegangen werden, da bei ungenügender Befriedigung der Verkehrsbedürfnisse der Verkehr auf Konkurrenzrouten abgelenkt werden könnte; ebenso lassen sich durch Ökonomie in der Zugszahl die Kosten des Materialverbrauchs einschränken. Weiters werden aber auch Materialverschwendungen wesentlich hintangehalten durch Prämien an das untergeordnete Personal für sparsamen Materialverbrauch bei genügender Leistung. Hierdurch wird dieses Personal in seinem eigenen Interesse angespornt, alles aufzubieten, um den Materialverbrauch auf das unumgängliche Maß herabzudrücken. Das Prämiensystem hat sich besonders bewährt für sparsamen Verbrauch an Beleuchtungs- und Brennstoffen, Schmier- und Putzmaterialen, dann für die sparsame Ausführung der Oberbauerhaltungsarbeiten. Selbstverständlich ist bei einem derartigen Prämiensystem eine sehr scharfe Kontrolle in der Richtung nötig, daß wirklich die erforderlichen Materialien verwendet werden, weil sonst leicht Gefahren für die Betriebssicherheit entstehen können. Was die Qualität der Materialien anbelangt, so ist wesentlich darauf zu sehen, daß nicht durch Verwendung schlechter Materialien die Bahnanlagen und Einrichtungen, sowie die Ausrüstungsgegenstände einer rascheren Abnutzung ausgesetzt werden.

Des Ferneren gebietet die Ökonomie, keine größeren Material- und Inventarvorräte zu halten, als der voraussichtliche Bedarf erfordert, um jeden unnötigen Zinsenentgang zu vermeiden.

Auch auf dem Gebiet der allgemeinen Verwaltung soll jede unnütze Arbeitsvermehrung und jede unnötige Komplikation möglichst vermieden werden. Von diesem Gesichtspunkt aus sind alle jene Kontrollmaßregeln überflüssig und unökonomisch, deren Gesamtkosten größer sind als die durch dieselben hintanzuhaltenden Einnahmenausfälle oder als die Nachteile aus den hierdurch zu entdeckenden Fehlern.

In Bezug auf Personalkosten ist es ein wichtiger Grundsatz der B., daß nur ein intelligentes, für die zugewiesenen Funktionen wirklich geeignetes Personal verwendet werde, da ungeeignetes, schlecht bezahltes Personal den Betrieb weit mehr verteuert als tüchtiges und besser entlohntes Personal, und weil ferner im ersteren Fall zur Besorgung der Gesamtarbeit eine weit größere Anzahl von Personen mit geringerem Erfolg erforderlich ist. An Personale soll nicht weiter gespart werden, als dies unbeschadet der Arbeits- und Schaffensfreudigkeit des Personals zulässig ist.

Von großer Wichtigkeit ist ferner eine richtige Arbeitsdisposition und möglichste Vereinfachung des Geschäftsgangs. Durch die Accordarbeit (s. d.) wird der einzelne zur möglichsten Anspannung seiner Kräfte behufs Erzielung eines größeren Verdienstes herangezogen; jedoch ist hierbei sorgfältig darauf zu sehen, daß jedem Bediensteten die nötige Zeit zur Befriedigung des natürlichen Ruhe- und Erholungsbedürfnisses gelassen werde. Eine weitergehende Überanstrenguug oder Überbürdung des Personals kann ebenso schwere Gefahren für die Betriebssicherheit herbeiführen, wie eine zu weit getriebene B. auf dem Gebiet der sachlichen Ausgaben. Es sind zur thunlichsten Vermeidung von Unglücksfällen und den mit solchen verbundenen Kosten jedenfalls die durch Erfahrung und Gesetz gebotenen Sicherheitsvorkehrungen in Anwendung zu bringen. Im allgemeinen läßt sich behaupten, daß die Häufigkeit der Unfälle im verkehrten Verhältnis zu der Vollkommenheit der bestehenden Betriebseinrichtungen und zu der Exaktheit des Verwaltungsapparats steht. Häufig zeigt es sich, daß die Kosten einer Sicherungsanlage,

durch welche Unfälle bestimmter Art vermieden werden können, geringer sind, als die aus Anlaß eines einzigen Unfalls nach dem Haftgesetz zu leistenden Ersätze. Die Herstellung solcher Anlagen ist daher nicht bloß vom Standpunkt der Bahnpolizei (s. d.), sondern auch von jenem der B. geboten (s. Betriebssicherheit).

Die Frage, ob bei Unzulänglichkeit des eigenen Fahrparks und der durch gegenseitige Wagenbenutzung gebotenen Aushilfe eine Vermehrung des eigenen Fahrparks durch Ankauf oder durch Miete von Betriebsmitteln stattzufinden habe, wird zu entscheiden sein, je nachdem das größere Verkehrsbedürfnis voraussichtlich ein dauerndes oder nur ein vorübergehendes ist. Im ersteren Fall ist der Ankauf von Fahrbetriebsmitteln ökonomischer als die in der Regel sehr teure Leihgebühr; im letzteren Fall empfiehlt sich vom Standpunkt der B. dagegen die Miete, behufs Vermeidung einer dauernden Verzinsung des aufzuwendenden Kapitals.

In ähnlicher Weise wird an die Erweiterung von Bahnhöfen und Gleisanlagen nur dann zu schreiten sein, wenn die Unzulänglichkeit der bestehenden Anlagen nicht bloß durch momentane zufällige Umstände sich ergiebt, sondern voraus als dauernde erscheint.

Neben diesen allgemeinen Grundsätzen der B. ergeben sich insofern noch specielle Gesichtspunkte bei den Haupt- und Nebenbahnen, als diese beiden Klassen von Bahnen vom ökonomischen Standpunkt die Anwendung eines durchaus verschiedenen Betriebssystems erfordern (s. d.).

Während bei den Hauptbahnen die Durchführung des Princips der weitgehendsten Arbeitsteilung notwendig und ökonomisch erscheint, ist bei den Nebenbahnen mit Rücksicht auf deren weitaus einfachere Betriebs- und baulichen Verhältnisse eine thunlichste Vereinigung verschiedener Agenden in einer Hand geboten, weil sonst eine ökonomische Ausnutzung der vorhandenen Arbeitskräfte nicht möglich wäre.

Weiters erfordert die Ökonomie bei der Betriebsführung von Lokalbahnen die engste Anschmiegung an die besonderen lokalen Bedürfnisse, welche bei der Bestimmung der Zugszahl und Zugsstärke fallweise maßgebend sein sollen, während eine Beachtung dieser Momente allein bei Hauptbahnen mit Rücksicht auf den Durchzugsverkehr nicht möglich ist.

Was die Erhaltung der Bahnanlagen betrifft, so ist bei Bahnen untergeordneter Bedeutung mit Rücksicht auf die geringere Dichtigkeit und Schnelligkeit des Zugsverkehrs ein weitaus geringerer Apparat erforderlich wie bei Hauptbahnen, und ist daher auch diesbezüglich bei Lokalbahnen eine weitgehende Ökonomie durchführbar; aus denselben Gründen entfällt die bei den Hauptbahnen zumeist sehr kostspielige Bewachung der Bahnanlagen fast gänzlich.

Beim Stationsdienst greift bei Lokalbahnen untergeordneterer Bedeutung (namentlich in Bayern und Sachsen) vielfach eine besonders weitgehende Ökonomie Platz, indem der gesamte Dienst auf Haltestellen und kleineren Stationen nicht durch stabil angestellte Bedienstete, sondern durch sogenannte Bahnagenten (Kaufleute, Wirte u. dgl.) auf Grund vertragsmäßiger Vereinbarung besorgt wird.

Eine ebensolche Vereinfachung ergiebt sich endlich auch beim Fahrdienst, indem das Zugbegleitungspersonal auf die zulässig geringste Zahl reduziert und demselben auch häufig die Ausgabe der Fahrkarten übertragen ist.

Fassen wir die vorstehend ausgesprochenen Grundsätze zusammen, so finden wir als Zielpunkte der B.: mit dem geringsten Aufwand materieller Mittel eine den Bedürfnissen des Verkehrs in jeder Hinsicht entsprechende Organisation des Betriebs herzustellen und dadurch, sowie durch möglichste Billigkeit der Transportpreise den in jedem einzelnen Fall erreichbaren höchsten Massenverkehr zu erzielen. In der fortdauernden Wechselwirkung zwischen diesen verschiedenen Seiten der B. liegt ihr eigener Regulator, der ihr jeweils Richtung und Maß ihrer Disposition anweist.

Vgl. Administrationsgrundsätze, Betrieb, Betriebskoefficient, Betriebskosten, Betriebssystem.

Litteratur: Fairbairn, Political economy of railroads, London 1836; Lardner, Railway economy 1850; Bergeron, Der wohlfeile Bau und Betrieb der Eisenbahnen, Solothurn 1863; Sax, Ökonomik der Eisenbahnen, Wien 1871; Haushofer, Grundzüge des Eisenbahnwesens, Stuttgart 1875; Sax, Die Eisenbahnen, Wien 1879; Weber, Schule des Eisenbahnwesens, Leipzig 1885; Wagner, Finanzwissenschaft, Leipzig 1886; Betrieb, Ersparnisse bei demselben, Glasers Annalen, 1886/I.; Picard, Traité des chemins de fer, Paris 1887. Dr. Schreiber.

Betriebsordnung, die Gesamtheit derjenigen Normen, welche zur Gewährleistung der Regelmäßigkeit und stetigen Ordnung des Betriebs erlassen werden. Die einschlägigen Vorschriften werden teils von der Regierung im Verordnungsweg, teils von den Eisenbahnverwaltungen selbst im Rahmen der bestehenden Gesetze erlassen; es gehören hierher die staatlichen Bahnpolizeireglements nebst Signalordnungen, die Betriebsreglements, die Fahrordnungen und Betriebsdienstvorschriften. Haushofer, Rohr u. a. gliedern die B. in eine Dienstordnung und eine Verkehrsordnung; zu ersterer zählen sie diejenigen Vorschriften, welche öffentlich-rechtlicher (polizeilicher) Natur sind, nämlich die Bahnpolizeireglements, Fahrordnungen und Betriebsdienstinstruktionen; als Verkehrsordnung bezeichnen sie dagegen die privatrechtlichen Bestimmungen der Betriebsreglements.

In Österreich versteht man unter dem Ausdruck B.: die österreichische „Eisenbahnbetriebsordnung“ (kaiserliche Verordnung vom 16. November 1851); dieselbe begreift ausschließlich bahnpolizeiliche Vorschriften, welche anderwärts unter der Bezeichnung „Bahnpolizeireglement“ zusammengefaßt werden. Die österreichische B. regelt im I. Teil die Verpflichtungen der Eisenbahnbetriebsunternehmungen und ihrer Angestellten (Bedingungen für die Betriebseröffnung, die Erhaltung der Bahn in fahrbarem Zustand, Fahrordnung, Tarife und Aufnahmsbedingungen, Instruktionen, Vorgang bei Betriebsstörungen und Unglücksfällen, Beschaffenheit der Fahrbetriebsmittel, Zusammenstellung der Züge, Vorsichten während der Fahrt, Bewachung der Bahn und Signale, Verpflichtungen des Personals, Aufsicht und Kontrolle. II. Teil: Verpflichtungen derjenigen Per-

sonen, welche die Bahn benutzen oder sonst mit derselben in Beziehung kommen (Auf- und Absteigen, Betreten der Bahn, Beschädigung und Veränderung an der Bahn, Benehmen der Anrainer, Überwachung und Einhaltung der für das Publikum bestehenden Vorschriften).

Dr. Röll.

Betriebsorganisation, s. Betrieb.

Betriebspflicht, s. Betrieb.

Betriebsrechnung (*Working account; Compte*, m., *d'exploitation*), die nach bestimmten Grundsätzen erfolgende Aufzeichnung (Verbuchung) der finanziellen Betriebsergebnisse eines Bahnunternehmens für eine wiederkehrende, gewöhnlich einjährige Rechnungsperiode. Das Rechnungsjahr fällt nicht immer mit dem Kalenderjahr zusammen und umfaßt beispielsweise bei den preußischen Bahnen, den elsaß-lothringischen Reichsbahnen, bei den württembergischen Staatsbahnen, bei den dänischen Staatsbahnen, sowie bei einzelnen anderen Bahnen den Zeitraum vom 1. April eines Jahrs bis zum 31. März des nächsten Jahrs. Bei den norwegischen Staatsbahnen reicht die einjährige Rechnungsperiode vom 1. Juli eines Jahrs bis zum 30. Juni des nächsten Jahrs.

Der Eisenbahnbetrieb erfordert schon wegen der dabei in Betracht kommenden wirtschaftlichen Interessen die Führung einer geregelten B., welche ein klares Bild der finanziellen Seite des Betriebs bietet, eine Kontrolle der finanziellen Gebarung (bei den Staatsbahnen seitens der obersten Rechnungsbehörden, bei den Privatbahnen seitens der von den Aktionären gewählten Revisionsorgane, und soweit der Staat durch Gewährung von Subventionen, Garantien, Vorschüssen oder in anderer Art an dem finanziellen Ergebnis einer Privatbahn interessiert ist, auch seitens der Regierungsorgane) ermöglicht und auch statistischen Zwecken zu dienen geeignet ist.

Bezüglich der im Staatsbetrieb stehenden Bahnen ist die Führung einer B. schon durch die Notwendigkeit einer regelrechten, den genehmigten Etats entsprechenden Gebarung bedingt und unterliegt im allgemeinen denselben Grundsätzen, welche für das Budget- und Rechnungswesen des betreffenden Staats bestehen.

Privateisenbahnen haben nach der allgemeinen, durch die Handelsgesetze den Kaufleuten, bezw. Handelsgesellschaften auferlegten Verpflichtung zur Buchführung, bezw. Rechnungslegung eine B. zu führen. Die Verpflichtung der Privateisenbahnverwaltungen ist zumeist in den allgem. Eisenbahngesetzen ausdrücklich ausgesprochen; so bestimmt § 34 des preußischen Eisenbahngesetzes vom 3. November 1838, daß die Gesellschaften verpflichtet sind, über alle Teile ihrer Unternehmung genaue Rechnung zu führen und hierbei die ihnen vom Ministerium zu gebende Anweisung zu befolgen, sowie diese Rechnung jährlich bei der vorgesetzten Regierung einzureichen. Nach § 64 der österreichischen Eisenbahnbetriebsordnung (kaiserl. Verordnung vom 16. November 1851) sind die Eisenbahnen verpflichtet, über alle Teile ihrer Administration genaue und deutliche Rechnung zu führen und hierin die ihnen aus öffentlichen Rücksichten von dem Ministerium zukommenden Weisungen zu befolgen.

Nach Art. 1 des schweizerischen Bundesgesetzes vom 21. Dezember 1883 über das Rechnungswesen haben die Eisenbahngesellschaften, welche in der Schweiz ihren Sitz haben, Rechnungen nach den Vorschriften des Obligationenrechts aufzustellen, soweit nicht durch das erwähnte Gesetz abweichende Bestimmungen gegeben sind. Nach der Verordnung des schweizerischen Bundesrats vom 25. November 1884 sind die Rechnungen der Eisenbahngesellschaften in der im Artikel 1 detailliert vorgeschriebenen Form zu führen, deren Vereinfachung das Eisenbahndepartement bewilligen kann.

Ähnliches gilt von Frankreich, wo im Jahr 1888 für die B. der sechs großen Gesellschaften neue Normen über die Aufstellung der B. unter Vorschreibung bestimmter Formularien erlassen wurden (V.-Z. 1888, S. 285).

Ebenso bestehen auch in Belgien, Italien, Rußland und anderen Staaten Vorschriften über die Aufstellung der B. der Privateisenbahnen.

In England ist durch ein Gesetz vom Jahr 1871 (§ 9) jede Eisenbahngesellschaft verpflichtet, alljährlich nach dem im Gesetz (Anlage 1) vorgeschriebenen Formular Berichte über ihr Kapital, ihren Verkehr und die Betriebsausgaben für das letztverflossene Finanzjahr aufzustellen. Eine Abschrift der B. ist dem Handelsamt vorzulegen, und zwar wenn die Gesellschaft Korporationsrechte hat, innerhalb 14 Tagen nach der ersten ordentlichen Generalversammlung in jedem Jahr, wenn sie keine Korporationsrechte besitzt oder keine Halbjahrsversammlungen abhält, spätestens am 31. März jedes Jahrs. Das Handelsamt kann mit Zustimmung einer Gesellschaft das Formular mit Rücksicht auf die besonderen Verhältnisse derselben oder im Interesse besserer Erfüllung der gesetzlichen Bestimmungen abändern. Immerhin sind die englischen Bahnen hinsichtlich des Rechnungswesens von einem idealen Standpunkt weit entfernt und befriedigen die B. selten die Ansprüche der Statistiker und Nationalökonomen. (S. diesbezüglich V.-Z. 1887, Nr. 95).

Die Gliederung der B. ist in der Regel — schon wegen ihrer Verwendbarkeit für statistische Zwecke — für Staats- und Privatbahnen gleich und entspricht dem Einnahmen- und Ausgabenschema, welches in den einzelnen Staaten vorgeschrieben ist (in Deutschland das Normalbuchungsschema, in Österreich-Ungarn das Kontierungsschema, in der Schweiz das Rechnungsformular [Verordnung des Bundesrats vom 25. November 1884]). Dem vorgeschriebenen Schema der Einnahmen und Ausgaben pflegen Erläuterungen zu den einzelnen Positionen (Artikeln, Kapiteln, Titeln) beigegeben zu werden.

Eine weitergehende als die im Schema vorgesehene Zerlegung der Einnahmen- und Ausgabenposten ist in der Regel gestattet. Die B. für mehrere unter derselben Verwaltung stehende Bahnlinien muß überall dort getrennt geführt werden, wo eine Auseinanderhaltung der finanziellen Ergebnisse der einzelnen Linien nötig ist; dieser Fall ergibt sich beispielsweise, wenn eine Verwaltung den Betrieb einer Bahn für Rechnung der Eigentümer führt, wenn die Ausscheidung bezüglich einzelner Linien wegen eines staatlichen Ankaufs- oder Einlösungsrechts, wegen eines speciellen Garantieverhältnisses, wegen Emission besonderer Titres für die einzelnen Linien, wegen einer verschieden-

artigen Verteilung der Erträgnisse der einzelnen Linien u. dgl. nötig ist.

Auch pflegen die B. der Haupt- und Nebenbahnen, sowie der voll- und schmalspurigen Bahnen auseinander gehalten zu werden.

Für den Betrieb von Geschäften, welche unabhängig vom Bahnbetrieb bestehen können (Maschinenfabriken, Gasanstalten, Hotels, Bergwerke etc.), werden selbstverständlich ebenfalls gesonderte B. geführt.

Die Einnahmen, welche in der B. erscheinen, zerfallen in eigentliche Betriebseinnahmen und Einnahmen aus sonstigen Quellen; zu ersteren gehören die Transporteinnahmen, zu letzteren beispielsweise Vergütungen für Posttransporte, für Überlassung oder Mitbenutzung von Bahnanlagen, Miete für Lokomotive und Wagen, Pachtbeträge für ökonomische Nutzungen aus Bahngebäuden, Erlöse von Altmaterialien, Telegraphengebühren etc.

Die in der B. der deutschen und österreichischen Bahnen erscheinenden Betriebsausgaben sind einerseits die ordentlichen, laufenden Ausgaben für die sämtlichen Zweige des Betriebs, andererseits gewisse außerordentliche Betriebsausgaben (soweit selbe aus dem Betriebsetat und nicht aus besonderen Fonds bestritten werden), so z. B. für Beseitigung von Schnee, für Behebung von Schäden infolge von Elementarereignissen, für Behebung von Beschädigungen des Bahnkörpers infolge von Unfällen etc.

Die B. schließt entweder mit einem Überschuß (s. Betriebsüberschuß) oder mit einem Abgang (s. Betriebskostenabgang); der erstere bildet zuzüglich der Einnahmen, welche nicht vom Betrieb herrühren (Zuschüsse, Garantievorschüsse, Erträgnisse von Nebengeschäften, Zinseneinnahmen etc.), den gesamten verfügbaren Überschuß eines Bahnunternehmens, aus welchem nebst Deckung verschiedener Auslagen, welche nicht in die B. gehören (Verluste aus Nebenbetrieben, Zinsausgaben, Ergänzungen und Verbesserungen der Bahnanlagen und Betriebsmittel, Abschreibungen, Rückzahlung von Vorschüssen und Zuschüssen), die Staatsteuer vom Reinertrag, ferner Aktien- und Obligationenzinsen, sowie Amortisationsquoten gezahlt, Reserveerneuerungs- und ähnliche Fonds dotiert werden.

Was das Verhältnis zwischen B. und Baurechnung (Bauconto) betrifft, so ist im allgemeinen daran festzuhalten, daß in die B. alle laufenden Bedürfnisse, insbesondere die nötige Instandhaltung der Bahnanlagen und Betriebsmittel einschließlich der Erneuerung im Fall gänzlichen oder teilweisen Abgangs gehören, während die Ausgaben für erheblichere, den Anlagewert erhöhende Ergänzungen, Erweiterungen und Vermehrungen der Bahnanlagen, sowie für Vermehrung der Betriebsmittel den Baufonds zur Last fallen bezw. bei den Staatsbahnen als außerordentliche Ausgaben verrechnet werden sollen.

Diese Grundsätze werden in den Etats der Staatsbahnen im allgemeinen eingehalten, insbesondere werden bei Staatsbahnen Betriebsmittel, welche nicht als Ersatz, sondern als Vermehrung angeschafft werden, von jeher als Extraordinarialausgaben verrechnet. Meliorationsausgaben für bauliche Anlagen werden dagegen vielfach zu Lasten der B. gebucht, zumal bei diesen Anlagen eine Unterscheidung, was zur Erneuerung und was zur Melioration gehöre, in vielen Fällen schwierig ist.

Bei Privatbahnen steht die Sache einigermaßen anders; bei denselben wird nämlich häufig das Bauconto einige Zeit nach Vollendung der Bahn geschlossen und bleibt, falls kein Reservefond oder sonstige Extraordinarialfonds bestehen, nichts übrig als entweder die betreffende Auslage auf die B. zu stellen, eine schwebende Schuld aufzunehmen oder aber das Anlagekapital zu erhöhen; letzterer Vorgang erscheint als der einzig richtige und wurde beispielsweise in Preußen schon durch einen Ministerialerlaß vom Jahr 1855 verfügt, daß solchen Anträgen auf Erhöhung des Anlagekapitals nicht entgegenzutreten sei.

Die Einbeziehung von Investitionsauslagen in die B. wird von der Regierung insbesondere dann nicht zugelassen werden können, wenn dieselbe die Ertragsgarantie für ein bestimmtes Kapital übernommen hat, da in diesem Fall die Einstellung solcher Auslagen in die B. den Überschuß schmälern und damit den staatlicherseits zu leistenden Garantiezuschuß erhöhen würde.

Die B. eines jeden Rechnungsjahrs wird, was die Staatseisenbahnverwaltung betrifft, seitens der obersten Staatsrechnungsbehörde (in Preußen Oberrechnungskammer, in Österreich oberster Rechnungshof) einer ziffermäßigen und sachlichen Prüfung unterzogen und endgiltig festgestellt.

Bei Privatbahnen erfolgt die Vorlage der B. nach vorausgegangener Prüfung derselben durch die Revisoren an die Generalversammlung und überdies binnen eines gewissen Termins an die staatliche Aufsichtsbehörde; die Prüfung der B. seitens der letzteren wird in dem Fall eine eingehende sein, wenn es sich um die B. einer staatlich garantierten oder subventionierten Bahn handelt; es bestehen bezüglich dieser Prüfung beispielsweise in Österreich, Frankreich und Rußland ausführliche Vorschriften; einer ähnlichen strengen Prüfung muß die B. auch dann unterworfen werden, wenn es sich um eine Bahn handelt, bezüglich deren dem Staat ein Anteil vom Reinertrag gebührt (z. B. italienische Pachtgesellschaften und österreichische Nordbahn).

Wesentlich verschieden von der B., wie selbe als Gebarungsausweis für Rechnungskontroll- und statistische Zwecke aufgestellt wird, ist die B., welche den Steuerbehörden zur Feststellung der den Reinertrag treffenden Steuern (Eisenbahnabgabe in Preußen, Einkommensteuer in Österreich, *Impôt sur le revenu des valeurs mobilières* in Frankreich etc.) von den Bahnverwaltungen vorgelegt werden muß.

Dr. Röll.

Betriebsreglement (*Règlement*, m., *d'exploitation*), die Zusammenfassung der bei den Eisenbahnen geltenden Beförderungsbedingungen für den Personen- (Gepäck-) und Gütertransport, welche Bedingungen die Grundlage aller mit denselben abzuschließenden Frachtverträge zu bilden und allen Transportnehmern gegenüber in Anwendung zu kommen haben.

Die Eisenbahnverwaltungen waren gleich beim Beginn der Schaffung und Entwicklung eines Eisenbahnnetzes genötigt, die rechtlichen Verhältnisse zwischen sich und dem sie be-

nutzenden Publikum zu regeln und allgemeine, diese Verhältnisse möglichst gleichmäßig normierende Bestimmungen aufzustellen, weil es die besondere Natur des Eisenbahnfrachtgeschäfts, sowie der notwendige Großbetrieb undurchführbar erscheinen ließen, dasselbe vom Standpunkt des Einzelvertrags aus zu behandeln. Die Eisenbahnverwaltungen konnten unmöglich mit jedem einzelnen Aufgeber eigene Verhandlungen pflegen und über den Transport jedes einzelnen zur Aufgabe gebrachten Gutes besondere Vertragsbedingungen vereinbaren.

Wenn der eisenbahnmäßige Verkehr nicht gehemmt oder geradezu unmöglich gemacht werden sollte, war es unbedingt notwendig, für die Tausende von Verträgen, welche die Bahnen täglich mit den sie benutzenden Versendern abzuschließen hatten, eine gleichmäßige Grundlage zu schaffen, gewisse einheitliche Principien aufzustellen, welche für jeden einzelnen Frachtvertrag die *lex contractus* zu bilden hatten.

Dieser Umstand war die nächste Veranlassung zur Ausarbeitung und Aufstellung von sogenannten Betriebsreglements.

Was nun das Wesen der Betriebsreglements anbelangt, so ist dasselbe nach zwei Seiten hin, nach der privatrechtlichen und der öffentlichrechtlichen, zu betrachten und sind nach Maßgabe dieser die rechtliche Natur, die Gültigkeit und Wirksamkeit derselben hinsichtlich des Abschlusses und der Erfüllung der Frachtverträge zu beurteilen.

In Hinsicht der privatrechtlichen Natur der Reglements ist daran festzuhalten, daß dieselben weder die Eigenschaft von Gesetzen, noch von Verträgen, noch von Offerten im juristischen Sinn besitzen. Um den staatlich erlassenen Reglements den Charakter und die Eigenschaft einer gesetzlichen Vorschrift zu verleihen, wäre erforderlich, daß dieselben in Form eines verfassungsmäßig zu stande gekommenen Gesetzes veröffentlicht werden, was aber in Deutschland und Österreich wenigstens nicht der Fall ist.

Daraus, daß die staatlichen Betriebsreglements, speciell jene von Deutschland und Österreich keinen gesetzlichen Charakter haben, folgt, daß die Vorschriften derselben, soweit sie den bestehenden Gesetzen und speciell dem Handelsgesetz widersprechen, ungültig sind; bekanntlich vertritt der Rechtslehrer Thöl die Ansicht, daß 32 Bestimmungen des B. wegen Nichtübereinstimmung mit dem Handelsgesetz ungültig seien. Diese Ansicht, welche insbesondere von Goldschmidt und Steinbach bestritten wurde, ist auf die Praxis ohne Einfluß geblieben.

Nachdem das B. kein Gesetz ist, so kann eine Umgehung seiner Bestimmungen nicht als Gesetzesverletzung angesehen werden und hat daher auch nicht die Ungültigkeit des betreffenden Transportgeschäfts zur Folge; wegen einer solchen Außerachtlassung der B. könnte höchstens die betreffende Bahnverwaltung von der Aufsichtsbehörde zur Verantwortung gezogen werden.

Die Reglements, welchen nach vorstehendem der gesetzliche Charakter mangelt, haben aber auch nicht die Natur von Verträgen, weil diese nur mit bestimmten Subjekten abgeschlossen werden können, während die Eisenbahnen ihre in den Reglements niedergelegte Willenserklärung nicht an bestimmte Individuen richten, sondern eine Vielheit von künftigen noch unbekannten Transportnehmern im Aug haben.

Aus dem gleichen Grund kann denselben auch nicht die Eigenschaft von rechtsverbindlichen Offerten beigelegt werden, weil die in diesen liegende Willenserklärung ebenfalls an ein bestimmtes handlungsfähiges Individuum gerichtet sein muß, um durch die von letzterem ausgehende Annahme den Vertragsabschluß herbeizuführen.

Die Reglements haben lediglich die Bedeutung von öffentlichen Ankündigungen. Sie sind Aufforderungen an das Publikum zu Vertragsanerbieten, Einladungen zum Abschluß von Transportverträgen nach Maßgabe der in ihnen zusammengestellten Bedingungen, ähnlich den Ankündigungen von Waren, Verschickung von Preiscouranten etc.

Solche öffentliche Ankündigungen sind an und für sich rechtlich unverbindlich; der Ankündiger wird durch sie kontraktlich nicht verpflichtet, sondern kann jede ihm gemachte, auf die Ankündigung gestützte Offerte ablehnen.

Aus der rechtlichen Natur der Reglements folgt daher, daß nicht die Eisenbahnverwaltungen den Vertrag proponieren, sondern die Vertragsproposition von den Transportnehmern auszugehen hat, somit erst durch Annahme seitens der ersteren, bezw. deren Angestellten der Frachtvertrag zu stande kommt. Das Reglement enthält nur den Vertragsentwurf, welchen der einzelne mit bindender privatrechtlicher Kraft in dem Augenblick eingeht und für sich als gültig anerkennt, in welchem er den Dienst der Bahn benutzt.

Diese Eigenschaft der Eisenbahnbetriebsreglements in privatrechtlicher Beziehung ist im wesentlichen auch bei den staatlich erlassenen Betriebsreglements dieselbe, wie z. B. bei dem vom Bundesrat auf Grund des Art. 45, Z. 1, der deutschen Reichsverfassung beschlossenen und vom deutschen Reichskanzler bekanntgemachten B. für die Eisenbahnen Deutschlands. Zwar haben solche B. nach einer Richtung hin die Natur einer zwingenden Vorschrift, indem die Eisenbahnverwaltungen angewiesen werden, ihre Frachtverträge nach Maßgabe der im B. formulierten Bedingungen abzuschließen, allein diese Vorschrift ist nur an die Eisenbahnverwaltungen gerichtet, nicht aber an die mit diesen in ein Vertragsverhältnis tretenden Personen. Für letztere haben auch die Bestimmungen des staatlichen B. nur die Bedeutung eines abstrakten Vertragsgesetzes, welches dadurch, daß der einzelne Frachtvertrag auf Grund desselben abgeschlossen wird, zur konkreten Vertragsnorm wird. Diese rechtliche Natur ergiebt sich beim deutschen B. insbesondere daraus, daß im Eingang desselben den Eisenbahnverwaltungen ausdrücklich gestattet ist, Specialbestimmungen über den Inhalt der von ihnen abzuschließenden Frachtverträge aufzustellen, welche dem Publikum günstigere Bedingungen gewähren, eine Bestimmung, die unmöglich wäre, wenn es sich um Vorschriften handeln würde, welche staatlicherseits im Interesse der allgemeinen Sicherheit aufgestellt sind. — Unzutreffend ist im allgemeinen die Ansicht, daß dem staatlichen B. die Natur eines Polizeigesetzes beizulegen sei; diese Ansicht könnte man nur in Beschränkung auf jene vereinzelten Bestimmungen im B. gelten

lassen, welche nicht das Transportgeschäft betreffen, sondern sicherheitspolizeilicher Natur sind.

Bezüglich der Gültigkeit und Wirksamkeit der B. ist im allgemeinen von nachstehenden Gesichtspunkten auszugehen: Die Reglements enthalten die von den Eisenbahnen einseitig aufgestellten Transportbedingungen, welche diese bei jedem Frachtvertrag als für beide Teile verbindliche Vertragsnormen betrachtet wissen wollen. Da nun die Vertragsproposition vom Transportunternehmer auszugehen hat, so tritt die Frage auf, wann, bezw. unter welchen Voraussetzungen anzunehmen ist, daß dieser sich beim Vertragsabschluß den reglementarischen Bestimmungen unterworfen, d. h. in Gemäßheit des Reglements kontrahiert hat. Die Unterwerfung unter dasselbe kann ausdrücklich oder stillschweigend geschehen. Letztere Art ist aber nicht schon durch die Aufstellung der reglementarischen Bestimmungen an sich bedingt, sondern an gewisse weitere Voraussetzungen geknüpft. Die Reglements müssen, um diese Wirkung zu erzielen und den Einwand der Nichtkenntnis von seiten des Transportnehmers auszuschließen, zur Kenntnis des Publikums gebracht und ordnungsmäßig publiziert worden sein.

Die Art und Weise der Veröffentlichung kann durch Gesetz vorgeschrieben oder in der Konzessionsurkunde näher bezeichnet, sie braucht aber nicht unbedingt an eine besondere Form geknüpft zu sein.

Für einige Punkte ist sie im Reglement selbst angegeben, z. B. bezüglich der Fahrpreise für den Personentransport oder bezüglich der Specialbestimmungen einzelner Eisenbahnverwaltungen oder Eisenbahnverbände.

Wenn die Art der Bekanntmachung gesetzlich bestimmt ist, mag dies durch ein allgemeines oder specielles Gesetz erfolgt sein, muß derselben unbedingt rechtliche Wirksamkeit beigemessen werden, selbst wenn sie in Wirklichkeit ihrem Zweck nicht genügen sollte.

Fehlen besondere Vorschriften über den Modus der Veröffentlichung, so ist als Norm anzunehmen, daß nur eine solche Bekanntmachung genügt, welche für jedermann zugänglich ist.

Die ordnungsmäßige Publikation der reglementarischen Bestimmungen und Tarifvorschriften zur Zeit des Vertragsabschlusses hat im Streitfall die Eisenbahnverwaltung zu beweisen; eine Entschuldigung der Partei durch Unkenntnis ist speciell beim Gütertransport aus dem Grund ausgeschlossen, weil dieser bei allen deutschen, österreichisch-ungarischen und sonstigen Bahnen nur auf Grund von Frachtbriefen erfolgt, welche eine ausdrückliche Hinweisung auf die bezüglichen Reglements enthalten.

Es kann deshalb dem Kommittenten die Einrede nicht zustehen, daß er von dem Inhalt und den Bestimmungen der letzteren Urkunde keine Kenntnis gehabt habe, denn seine Sorge und Aufgabe ist es, sich vorher über die Vertragsbedingungen zu erkundigen und zu vergewissern.

Vor Einführung des allgemeinen deutschen Handelsgesetzbuchs (1862) war die Befugnis der Eisenbahnverwaltungen hinsichtlich der Normierung der Transportbedingungen in den Reglements ziemlich unbeschränkt und machten dieselben auch in Bezug auf Begrenzung ihrer Haftpflicht in weitgehendem Maß davon Gebrauch.

Jede Verwaltung publizierte anfänglich für ihren Lokalverkehr, d. i. den Verkehr zwischen den Stationen ihres Gebiets, ein sogenanntes Lokal- oder Specialreglement.

Mit der weiteren Ausdehnung des Bahnnetzes und der fortschreitenden Entwicklung des Verkehrs vereinigten sich Gruppen von Bahnverwaltungen zu Verbänden und stellten für den Verbandsverkehr (d. i. der Verkehr, zu welchem sich zwei oder mehrere aneinander anschließende Bahnverwaltungen zu einer Transportgesellschaft mit einheitlichen reglementarischen Bestimmungen und direkten Tarifsätzen vereinigt haben) eigene Reglements — Verbandsreglements — auf.

Allein auch diese genügten auf die Dauer nicht, indem sich mit den regeren Verkehrsbeziehungen nicht bloß zwischen den benachbarten, sondern auch den weiter entfernten Bahngebieten das Bedürfnis geltend machte, für die Transporte in diesem erweiterten Verkehrsrayon allgemein gültige und einheitliche reglementarische Bestimmungen zu haben. Dieses Bedürfnis fand Befriedigung, als sich im Jahr 1847 der Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen konstituierte, welcher als eine seiner ersten Aufgaben die Ausarbeitung eines „Vereinsreglements für den Personen-, Gepäck- und Güterverkehr" betrachtete. Indessen kam der Gedanke und die Absicht, ein gemeinsames, für alle Verwaltungen verbindliches Reglement herzustellen, nicht sofort zur Durchführung und Verwirklichung, sondern begnügte man sich anfänglich damit, auf der Generalversammlung zu Köln (1847) eine Kommission einzusetzen und mit der Aufgabe zu betrauen, allgemeine Grundsätze auszuarbeiten, welche den B. der einzelnen dem Verein angehörigen Bahnen zur Grundlage dienen sollten. Die von der Kommission in diesem Sinn aufgestellten Normativbestimmungen wurden in der Generalversammlung zu Hamburg (Juni 1847) angenommen und der Beschluß dahin gefaßt, daß die Specialreglements der einzelnen Vereinsverwaltungen mit diesen Normativbestimmungen bis zum 1. Januar 1849 in Einklang zu bringen seien.

Im Jahr 1856 wurde zu einer Revision dieser allgemeinen Grundsätze geschritten, von einer zu diesem Zweck eingesetzten Kommission ein Entwurf eines Vereinsreglements ausgearbeitet und der Generalversammlung zu Frankfurt a. M. (1856) vorgelegt, von dieser aber zur Umarbeitung an die Kommission zurückgegeben. Der neue Entwurf wurde der Generalversammlung zu Triest (1858) vorgelegt und von dieser angenommen. Das diesbezügliche Vereinsreglement trat mit 1. Juli 1859 in Kraft.

Dieses Vereinsreglement, sowie die sämtlichen mehr oder minder darauf basierenden B. der einzelnen Bahnen mußten einer ganz erheblichen Umarbeitung und Umgestaltung unterzogen werden, als das allgemeine deutsche Handelsgesetzbuch mit seinen das Frachtgeschäft der Eisenbahnen (in Titel V, Abschnitt II) regelnden Bestimmungen zur Einführung gelangte (in Preußen und Bayern mit Gesetzeskraft vom 1. März 1862, in Österreich-Ungarn mit Gesetzeskraft vom 1. Juli 1863). Die damit erfolgte gesetzliche Regelung des Güter-, Vieh-

und Gepäcktransports war für alle Bahnen maßgebend und erübrigte nur, die B. den handelsgesetzlichen Vorschriften anzupassen, was auch bezüglich des Vereinsreglements sofort eingeleitet wurde. Es wurde ein auf der Grundlage des allgemeinen deutschen Handelsgesetzbuchs ausgearbeiteter Entwurf in den Generalversammlungen zu Köln (August 1861) und Dresden (Februar 1862) durchberaten und provisorisch angenommen. Die definitive Annahme erfolgte in der Generalversammlung zu Hannover (1864) und wurde auf Grund der dort gefaßten Beschlüsse „ein Reglement für den Vereinsgüterverkehr auf den Bahnen des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen“ und „ein Reglement für den Personen-, Gepäck- und Viehverkehr auf den Bahnen des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen“, beide mit Wirkung vom 1. März 1865, publiziert.

Die Specialreglements der einzelnen Bahnverwaltungen, sowie die Verbandsreglements wurden sämtliche dementsprechend umgearbeitet und erfuhren bis zum Jahr 1870 nur geringe Abänderungen. Die inzwischen erfolgte Konstituierung des norddeutschen Bunds, dessen Verfassung in Art. 45 und 46 das Eisenbahnwesen der Beaufsichtigung durch den Bund unterwarf, brachte „ein B. für die Eisenbahnen des norddeutschen Bunds vom 1. Juni 1870“, welches nach Aufrichtung des deutschen Reichs vom Bundesrat mit geringen Abänderungen am 1. Januar 1872 auch für die Eisenbahnen von Württemberg, Baden, Südhessen und Elsaß-Lothringen eingeführt wurde. Da Bayern selbstständig — auf Grund seines Reservatrechts — dieses Reglement ebenfalls mit Wirkung vom 1. Januar 1872 gleichlautend zur Einführung brachte, galt dasselbe mit diesem Tag in allen deutschen Staaten.

In Österreich-Ungarn war bis dahin das Reglement von 1863 in Geltung. Durch eine Verordnung des österreichischen Handels- und des ungarischen Kommunikationsministeriums vom 1. Juli 1872 wurde an Stelle desselben ein „B. für die Eisenbahnen der im Reichsrat vertretenen Königreiche und Länder, bezw. der Länder der ungarischen Krone“ mit Wirkung vom 1. August 1872 erlassen, welches in der Hauptsache mit dem Reglement für die Eisenbahnen Deutschlands übereinstimmte.

Damit bestanden für den Bereich des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen zwei staatlicherseits erlassene und mit obligatorischer Wirkung versehene B., welche zwar wenig voneinander verschieden waren, aber immerhin für den Vereinsverkehr mehrfache Schwierigkeiten boten. Dieser Umstand führte dazu, einen neuen Entwurf eines Vereinsreglements auszuarbeiten und anzunehmen (Generalversammlung in Frankfurt a. M. 1873) und denselben den beiderseitigen Staatsregierungen zum Zweck der Erlangung eines gleichheitlichen Reglements vorzulegen. Gleichzeitig ließ das deutsche Reichskanzleramt das deutsche B. einer Revision unterziehen und wurde auf Grund dieser mehrfachen Vorarbeiten von dem im Jahr 1873 eingesetzten Reichseisenbahnamt ein neuer Entwurf aufgestellt, welcher in den Generalversammlungen des Deutschen Eisenbahnvereins zu Heidelberg und Berlin (September und November 1873) durchberaten und schließlich von Vertretern der deutschen und österreichisch-ungarischen Regierung in Erörterung gezogen wurde. Das Resultat dieser Beratungen bildete für Deutschland „das B. für die Eisenbahnen Deutschlands vom 11. Mai 1874“ und für Österreich-Ungarn „das B. für die Eisenbahnen der im Reichsrat vertretenen Königreiche und Länder, bezw. Länder der ungarischen Krone, vom 10. Juni 1874“, welche beide mit Gültigkeit vom 1. Juli 1874 eingeführt wurden.

Die Einführung dieser beiden Reglements machte eine Revision des Vereinsbetriebsreglements notwendig und wurde das Ergebnis der Beratungen in den Generalversammlungen zu Budapest (1874) und Bremen (1875) „das B. des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen“ mit Gültigkeit vom 1. Juni 1876 publiziert, dessen Gültigkeit jedoch beschränkt ist auf den gegenseitigen Verkehr der Vereinsbahnen, welcher die Grenzen des deutschen Reichs oder der österreichisch-ungarischen Monarchie, des Königreichs der Niederlande oder des Großherzogtums Luxemburg überschreitet.

In den folgenden Jahren erschienen zum deutschen und österreichisch-ungarischen B. von 1874 verschiedene Nachträge und Ergänzungen, welche eine entsprechende Abänderung des Vereinsbetriebsreglements zur Folge hatten, weshalb in der Generalversammlung zu Baden-Baden eine neue Ausgabe beschlossen und mit Gültigkeit vom 1. Januar 1881 veröffentlicht wurde. Die zu diesem Reglement bis zum Jahr 1885 erschienenen neun Nachträge ließen eine neue Ausgabe zweckmäßig erscheinen und wurde eine solche mit Gültigkeit vom 1. April 1885 publiziert; die neueste Ausgabe tritt mit 1. März 1890 in Kraft.

Von dem B. für die Eisenbahnen der im Reichsrat vertretenen Königreiche und Länder, bezw. Ungarns erschien im Jahr 1884 eine neue Ausgabe.

Das B. für die Eisenbahnen Deutschlands vom 11. Mai 1874 wurde seither nicht neu aufgelegt, sondern erschien dasselbe mit den inzwischen notwendig gewordenen Abänderungen als Teil I des deutschen Eisenbahngütertarifs vom 1. August 1881, sodann als neue Ausgabe (redigiert nach den Beschlüssen der Generalkonferenz der deutschen Eisenbahnen vom 15. November 1882) mit Gültigkeit vom 1. Februar 1883. Die in den folgenden Jahren erschienenen zehn Nachträge führten zu einer diese Änderungen umfassenden Neuauflage des deutschen Eisenbahngütertarifs mit Gültigkeit vom 1. April 1887, welcher in Teil I das B., soweit es Bestimmungen für den Güterverkehr betrifft, nebst allgemeinen Zusatzbestimmungen enthält. Hierzu sind bisher vier Nachträge, der letzte gültig vom 1. August 1889, erschienen.

Die Publikation des Teils I und der dazu erscheinenden Nachträge erfolgt durch die jeweilige geschäftsführende Verwaltung der deutschen Eisenbahnen im deutschen Reichs- und königl. preußischen Staatsanzeiger und in der Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Das B. dieses Vereins, welches mit dem B. für die Eisenbahnen Österreichs und jenem für die Eisenbahnen Deutschlands nahezu vollständig übereinstimmt (die wenigen Abweichungen bei den §§ 34, 45, 48, 49, 50, 52 sind in der Ausgabe des Vereinsbetriebsreglements an-

merkungsweise ersichtlich gemacht), zerfällt in vier Teile:

I. Allgemeine Bestimmungen.
II. Beförderung von Personen, Reisegepäck, Leichen, Fahrzeugen und lebenden Tieren.
III. Beförderung von Gütern.
IV. Schlußbestimmungen.

Der I. Teil „Allgemeine Bestimmungen" (§§ 1—6) betrifft:

1. Rechte und Pflichten des Dienstpersonals;
2. Entscheidung von Streitigkeiten zwischen Publikum und Dienstpersonal und Beschwerdeführung;
3. Betreten der Bahnhöfe und der Bahn;
4. Beschränkung der Verpflichtung zum Transporte;
5. Zahlungsmittel.

Der II. Teil „Beförderung von Personen, Reisegepäck, Leichen, Fahrzeugen und lebenden Tieren" (§§ 7—45) zerfällt in folgende Abschnitte:

A. Beförderung von Personen (§§ 7 bis 23):

1. Fahrpläne, Extrafahrten, Abfahrtszeit;
2. Fahrpreise;
3. Billetverkauf, Zurücknahme und Umtausch gelöster Fahrbillets;
4. Fahrbillets und Gültigkeit derselben; Fahrpreisermäßigungen für Kinder;
5. Anweisung der Plätze;
6. Ausschluß belästigender Personen von der Fahrt;
7. Bestimmungen über Öffnen der Wartesäle, Billet- und Gepäcksexpeditionen, Billetkontrolle;
8. Versäumung der Abfahrtszeit;
9. Verhalten auf den Zwischenstationen, bei außergewöhnlichem Anhalten auf freier Bahn und während der Fahrt;
10. Beschädigung der Wagen;
11. Zugsverspätung, Fahrtunterbrechung;
12. Mitnahme von Hunden und feuergefährlichen Gegenständen, Tabakrauchen.

B. Beförderung von Reisegepäck (§§ 24—33):

1. Begriff des Reisegepäcks;
2. Einlieferung des Gepäcks und Art der Verpackung;
3. Handgepäck;
4. Gepäckscheine und Auslieferung des Gepäcks;
5. Haftpflicht der Eisenbahn für Reisegepäck;
6. in Verlust geratene Gepäckstücke;
7. Haftpflicht der Eisenbahnen für versäumte Lieferungszeit;
8. Gepäckträger;
9. zurückgelassene Gegenstände.

C. Beförderung von Leichen (§ 34): Beförderungsbedingungen.

D. Beförderung von Equipagen und anderen Fahrzeugen (§§ 35—39):

1. Annahme und Beförderung, Einlieferungszeit;
2. Auslieferung;
3. Belassung von Reisegepäck in den Equipagen;
4. Haftpflicht der Eisenbahn für Fahrzeuge;
5. Lieferungszeit.

E. Beförderung von lebenden Tieren (§§ 40—45):

1. Annahme, Ein- und Ausladen;
2. Beförderung von Hunden, Pferden und von anderen Tieren;
3. Haftpflicht der Eisenbahn für Tiere;
4. Lieferungszeit.

Der III. Teil „Beförderung von Gütern" (§§ 46—70) betrifft:

1. Übernahme von Gütern;
2. von der Beförderung ausgeschlossene oder nur bedingungsweise zugelassene Gegenstände;
3. Abschluß des Frachtvertrags;
4. Frachtbriefe;
5. Zoll- und Steuervorschriften;
6. Berechnung der Frachtgelder;
7. Zahlung der Fracht, Nachnahme und Provision;
8. Annahme, Auflieferung und Beförderung der Güter;
9. Lieferungszeit und deren Berechnung, zeitweilige Verhinderung des Transports;
10. Avisierung und Ablieferung des Gutes;
11. Lagergeld und Conventionalstrafe;
12. Verfahren bei Ablieferungshindernissen;
13. Haftpflicht:
 a) im allgemeinen,
 b) Haftpflicht der Eisenbahn für ihre Leute,
 c) Umfang und Zeitdauer,
 d) Beschränkung:
 α) für Güter, welche nicht nach Eisenbahnstationen bestimmt sind,
 β) bei Angabe mehrerer Bestimmungsorte,
 γ) in speciellen Fällen,
 e) Geldwert der Haftung;
14. Haftpflicht für Versäumung der Lieferzeit und Geldwert der Haftung hierfür.

Der IV. Teil „Schlußbestimmung" betrifft die Ausgabe durch die geschäftsführende Direktion des V. D. E.-V. und Veröffentlichung des Reglements, sowie der Änderungen desselben durch die Zeitung des Vereins.

Specialbestimmungen einzelner Eisenbahnverwaltungen oder Eisenbahnverbände haben neben dem Reglement nur Geltung, wenn sie in die bezüglichen Tarife aufgenommen sind, mit den Festsetzungen des B. nicht im Widerspruch stehen, dieselben vielmehr nur ergänzen oder dem Publikum günstigere Bedingungen gewähren. Derartige Ergänzungen des Reglements werden besonders publiziert.

Außer dem B. bestehen noch zahlreiche andere, teils von einzelnen Bahnen, teils von Verbänden herrührende betriebsreglementarische Vorschriften.

Hierher gehört insbesondere das vom V. D. E.-V. gleichzeitig mit dem B. herausgegebene „Übereinkommen", welches zusätzliche und ergänzende Bestimmungen zum B. enthält und nach vielfachen Umarbeitungen als Übereinkommen zum Vereinsbetriebsreglement in der neuesten Ausgabe vom 1. Januar 1889, nebst fünf Anhängen und einem Nachtrag, gültig vom 1. Januar 1890, herausgegeben wurde, und im Gegensatz zum B. auch für den inländischen gegenseitigen Verkehr der Vereinsbahnen Geltung hat, sofern nicht in engeren Verbänden besondere Bestimmungen verabredet sind. Das Übereinkommen enthält 33 Artikel, nebst 5 Anhängen; die Anhänge betreffen: 1. Tarifbestimmungen über die Beförderung von Sonderzügen (Extrafahrten), sowie von einzelnen besonders gestellten Personen-, Kranken- und Gepäck-

wagen; 2. Bestimmungen über die Ausgabe von zusammenstellbaren Rundreiseheften; 3. das Übereinkommen, betreffend die Verschleppung von Gütern und Reisegepäck, sowie von Fahrzeugen und lebenden Tieren; 4. die Dienstanweisung, betreffend das Feststellungs-, Melde- und Nachforschungsverfahren bei fehlenden, überzähligen, beschädigten oder mit Gewichtsverminderung angekommenen Gepäcksstücken und Gütern, endlich 5. Bestimmungen über Abschlagszahlungen aus dem Güterverkehr.

Ferner sind sowohl von einzelnen Bahnen (beispielsweise von den bayrischen Staatsbahnen), als von ganzen Verbänden (so vom Tarifverband und vom Verkehrsverband) besondere reglementarische und zusätzliche Bestimmungen zum B. ergangen. Die wichtigsten sind in dem Deutschen Eisenbahngütertarif, Teil I, als allgemeine Zusatzbestimmungen zum B. einbezogen und gelten für alle deutschen Bahnen. Außerdem sind noch die internationalen Reglements zu erwähnen, welche für den Verkehr mit ausländischen Eisenbahnen, die nicht zum Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen gehören, vereinbart und gewöhnlich in den betreffenden internationalen Tarifen aufgenommen sind. Nach Perfektion des Berner Entwurfs des internationalen Eisenbahnfrachtrechts wird letzteres an Stelle jener Reglements treten und wohl auch eine völlige Umgestaltung des Vereinsbetriebsreglements zur Folge haben.

Ähnlich wie in Deutschland und Österreich-Ungarn bestehen auch in den anderen Staaten zumeist einheitliche B. für die sämtlichen Bahnen der betreffenden Staaten; siehe beispielsweise das Transportreglement der schweizerischen Eisenbahnen vom 1. Juli 1876, Bundesblatt 1876, II, 553; 1877, II, 206.

In Rußland bildet das B. einen integrierenden Bestandteil des allgemeinen russischen Eisenbahngesetzes vom 12. Juni 1885 (I. Teil), in Italien eine Anlage zum Gesetz vom 27. April 1885 (Anlage *D* und *E*, allgemeine Bestimmungen über die Beförderung von Personen, Gütern und Vieh auf den italienischen Bahnen).

In Frankreich sind die reglementarischen Transportbestimmungen hauptsächlich in der ministeriellen Ordonnanz vom 15. November 1846 (Circulaire ministerielle vom 31. Dezember 1846) dann dem Modèle général de cahier des charges von 1857, 1859 u. 1863 enthalten, dessen einschlägige Bestimmungen mit unwesentlichen Modifikationen in allen Konzessionen (*Cahiers des charges*) wiederkehren und in den *Tarifs généraux* publiziert sind.

In Belgien werden die reglementarischen Transportbestimmungen nach Genehmigung durch den Minister den Tarifen für Personen-, Gepäcks- und Güterbeförderung beigegeben.

In England existiert ein allgemein gültiges, publiziertes B. nicht; dem Publikum sind nur die wenigen Specialbedingungen für den Frachtvertrag bekanntgegeben, welche auf den Formularien der *Consignement notes* (Frachtbrief) abgedruckt sind. Diese Bedingungen, welche auf der sogenannten Carrier's Act vom 23. Juli 1830, I° Gulielmi IV., Kap. 68, beruhen, stimmen zwar materiell im wesentlichen überein, es kommen jedoch Abweichungen in der Form und den Nebenbedingungen vielfach vor.

Für die Eisenbahnen der europäischen Türkei gilt ein B. (*Réglement d'exploitation*) seit 1872.

Auch in Amerika bestehen bereits einheitliche B. für einzelne Bahngruppen, siehe z. B. das B. der Nord-Pacific-Eisenbahn, sowie der Oregon Railway, V.-Z. 1886, S. 117.

Litteratur: Koch, Das Eisenbahntransportrecht, Erlangen 1866; Rückblick auf Gründung u. Wirksamkeit des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen, Berlin 1871; Epstein, Populäre Erläuterungen zum Betriebsreglement 1872; Pollanetz, Das Betriebsreglement der österr.-ungar. Eisenbahnen, Wien 1872; Engelhard und Chlupp, Handbuch des Eisenbahntransportdienstes, Wien 1877; Wehrmann, Das Eisenbahnfrachtgeschäft, Stuttgart 1879; Kühlwetter, Betriebsreglement für die Eisenbahnen Deutschlands, Cöln 1880; Ruckdeschel, Commentar zum Betriebsreglement für die Eisenbahnen Deutschlands und Österreichs (Bestimmungen für den Güterverkehr), Weiden 1880; Eger, Das deutsche Frachtrecht mit besonderer Berücksichtigung des Eisenbahnfrachtrechts, Berlin 1888—1890.

Dr. Wehrmann.

Betriebsresultate, s. Betriebsergebnisse.

Betriebssekretäre, bei den preußischen Staatsbahnen eingeführte Bezeichnung für nicht technische Subalternbeamte der Eisenbahndirektionen und Eisenbahnbetriebsämter. Dieselbe Bezeichnung kommt bei den elsaß-lothringischen Reichsbahnen und einzelnen anderen Verwaltungen vor; anderwärts (so z. B. in Bayern) pflegt man solche Beamte Eisenbahnsekretäre zu nennen.

Betriebssicherheit *(Safety of working; Sécurité, f., d'exploitation)* bezeichnet denjenigen Zustand der Bahnanlagen und Einrichtungen, welcher den gefahrlosen Verkehr von Eisenbahnzügen gestattet.

Die Sicherheit des Eisenbahnbetriebs ist abhängig von dem Zustand der Fahrbahn und dem Schutz derselben gegen Hindernisse aus der Umgebung, von dem Zustand der Fahrzeuge und von den Einrichtungen zur Handhabung des Betriebs.

Die Staatsverwaltungen haben auf dem Weg der Gesetzgebung und Verordnung Grundsätze für die Sicherheit des Eisenbahnbetriebs festgestellt, nach denen von den Eisenbahnverwaltungen der Bau und Betrieb der Bahnen einzurichten ist. (Bahnpolizeireglement, Bahnordnung, Signalordnung, s. d., u. s. w.)

Die Eisenbahntechnik hat außer der Herstellung und Betriebsleitung der Bahn auch noch die Aufgabe, Verbesserungen in Konstruktionen und Einrichtungen anzustreben, welche geeignet sind, den stetig wachsenden Anforderungen an die Sicherheit des Betriebs zu genügen.

Die Statistik hat gezeigt, daß von allen Eisenbahnunfällen etwa 12% auf Hindernisse und Mängel an der Fahrbahn, 25% auf Mängel an den Fahrzeugen und 40% auf unrichtige Handhabung des Betriebsdienstes zurückzuführen sind; der Rest verteilt sich auf ganz verschiedene, mehr zufällige andere Ursachen.

Durch diese Verhältniszahlen wird die Wichtigkeit dieser drei Faktoren für die Sicherheit des Eisenbahnbetriebs gekennzeichnet.

Die Fahrbahn besteht aus Unterbau und Oberbau. Die Unterbauten, bestehend in Dämmen, Einschnitten, Brücken und Tunnels, müssen nach den Regeln der Baukunst so hergestellt und unterhalten werden, daß sie den Einwirkungen

der Witterung, sowie den durch die Eisenbahnzüge entstehenden Belastungen und Erschütterungen dauernd Widerstand leisten können. Die Sicherung dieser Unterbauten bietet in der Regel wenig Schwierigkeiten. Ihre Gefährdung tritt meistens infolge von größeren Niederschlägen, Schnee- und Felsstürzen oder Rutschungen ein. Es ist deshalb erforderlich, das durch Regen und Schnee sich ansammelnde Wasser aus der Umgebung des Bahnkörpers rasch abzuführen, damit dasselbe nicht Zeit behält, in die Erdmassen neben und unter der Bahn einzudringen.

Von den Kunstbauten bedürfen die eisernen Brücken in bestimmten Zeitabschnitten einer eingehenden Prüfung, damit die durch Rost oder Abschleiß angegriffenen tragenden Teile aufgedeckt und ersetzt werden.

Der Oberbau, die eigentliche Fahrbahn, bestehend aus Unterbettung, Schwellen und deren Befestigungsteilen, muß so angelegt sein, daß er den Fahrzeugen einen bestimmten und, abgesehen von kleineren elastischen Bewegungen, weder nach der Höhe noch nach der Seite verschiebbaren Weg darbietet. Die bei den ersten Bahnen wenig beachtete Bettung, welche die Übertragung der Zuglast von dem Bahngestänge auf den Unterbau zu vermitteln hat, wird jetzt von wasserdurchlässigem, widerstandsfähigem Material (Kies oder Kleingeschläge) hergestellt, welches den Schwellen ein ruhiges, unverschiebliches Lager gewährt.

Die Holzschwelle schützt man durch Imprägnierung gegen rasch eintretende Fäulniß und an den tragenden Stellen durch Eisenplatten gegen die Angriffe des Schienenfußes. Gewisse Schwächen des Holzschwellenoberbaues, namentlich die Schwierigkeit, eine ältere Schwelle in ihrer Widerstandsfähigkeit mit Sicherheit zu beurteilen, sowie das Streben, eine weitere Erhöhung der Festigkeit des Gleises, insbesondere einen größeren Widerstand gegen die gefährlichen Veränderungen in der Spurweite zu erzielen, haben in neuerer Zeit zur Verwendung eiserner Schwellen geführt.

Die Eisenbahnschiene hat im Lauf der Zeit ebenfalls Veränderungen erfahren, welche für die Erhöhung der B. von Wichtigkeit sind, namentlich durch Verwendung von bestem Stahl, durch Vergrößerung des Querschnitts und der Länge (bis zu 12 m) und durch Verstärkung der Laschen an der Verbindung der Schienen untereinander.

Für die unmittelbare Bewachung der Bahn und die Erhaltung des guten Zustands derselben ist der Bahnaufseher (Bahnmeister, s. d.) bestellt, dem das erforderliche Hilfspersonal an Wärtern und Arbeitern überwiesen wird. Die Wärter sind verpflichtet, die Schranken an den Übergängen vor der Ankunft der Züge rechtzeitig zu schließen, das Betreten der Fahrbahn durch Menschen und Vieh zu verhindern, die ihnen zugeteilte Bahnstrecke täglich mehrmal zu begehen, kleinere Mängel und Ungehörigkeiten zu beseitigen, größere Mängel dem Bahnmeister zur Beseitigung anzumelden.

Durch die ständigen Arbeiter läßt der Bahnmeister die im täglichen Betrieb notwendig werdende Befestigung der Gleislage und Ergänzungen im Oberbaumaterial vornehmen. Damit die Bahnbeamten dem Publikum gegenüber die Bewachung der Bahn mit Nachdruck ausüben können, sind denselben polizeiliche Befugnisse beigelegt.

Zum Schutz gegen das unbefugte Betreten der Bahn sind erforderlichen Falls Einfriedigungen und an den Wegübergängen Absperrschranken herzustellen.

Während bei Eisenbahnen mit schwachem Verkehr Unfälle an den Planübergängen durch Bewachung und Schrankenverschluß leicht vermieden werden können, ist auf Bahnen mit großem Verkehr, namentlich in der Nähe von Städten, für die verkehrsreichen Straßenübergänge die Herstellung von Über- oder Unterführungen erforderlich. Bei neuen Bahnanlagen, welche im Weichbild großer Städte auszuführen sind, ist jede Berührung des freien Verkehrs mit den Eisenbahngleisen grundsätzlich auszuschließen. An denjenigen verkehrsreichen Straßenübergängen älterer Zeit, die solche Anordnungen aus örtlichen Gründen nicht gestatten, wird die Sicherheit dadurch erzielt, daß man die Wärter durch selbstthätige elektrische Klingeln frühzeitig von dem Herannahen eines Zugs in Kenntnis setzt, damit sie die Schranken rechtzeitig schließen können, und weiters auch dadurch, daß man durch optische Signale, welche mit den Wegschranken selbstthätig verbunden sind, dem Zugspersonal die jeweilige Stellung der Schlagbäume erkenntlich macht.

Die Sicherheit des Betriebs ist ferner bedingt durch den guten Zustand und die sorgfältige Unterhaltung der Betriebsmittel, d. h. der Lokomotiven und Wagen. Nach den gegebenen Vorschriften wird besondere Sorgfalt auf die betriebssichere Einrichtung der Lokomotiven verwendet. Der Dampfkessel derselben muß vor der Inbetriebnahme der gesetzlichen Erprobung unterzogen und mit mindestens je zwei Vorrichtungen versehen sein, welche während der Fahrt die regelmäßige Zuführung des Speisewassers sichern und die Standhöhe des Wassers im Kessel jederzeit erkennen lassen; ferner mit Einrichtungen, welche die Höhe der Dampfspannung dem Lokomotivführer anzeigen und mit doppelten Ventilen, welche bei Überschreitung der zulässigen Dampfspannung sich selbstthätig öffnen. Um den ordnungsmäßigen Zustand der Lokomotiven sicherzustellen, sind in bestimmten Zeitabschnitten kleinere und größere Untersuchungen und erneute Erprobungen derselben angeordnet. Bei den letzteren werden alle wichtigeren Teile der Maschine und des Kessels gelöst, auf ihren guten Zustand untersucht und erforderlichen Falls durch neue ersetzt.

In ähnlicher Weise sind für die wichtigen und im Betrieb stark in Anspruch genommenen Teile der Wagen allgemeine Vorschriften gegeben. Diejenigen Teile, welche durch Benutzung der Wagen untereinander (Zug- und Stoßvorrichtungen) und mit der Fahrbahn (Achsen und Räder) dem Brechen und Abschleißen stark ausgesetzt sind, werden nach vorgeschriebenen Maßen hergestellt, und darf bei den besonders gefährdeten Radreifen die Stärke nicht unter eine bestimmte Grenze durch Abschleiß heruntersinken.

Außer den fortlaufenden Überwachungen des betriebssicheren Zustands der Wagen werden dieselben nach jedesmaliger Zurücklegung einer bestimmten Kilometerzahl der vorgeschriebenen

Prüfung in den Reparaturwerkstätten unterworfen.

Das dritte Erfordernis für die Sicherheit des Betriebs, nämlich die sachgemäße Handhabung desselben, wird, seiner hervorragenden Wichtigkeit entsprechend, durch eine Reihe von Vorschriften geregelt.

Auf doppelgleisigen Bahnstrecken darf jedes Gleis nur in einer Richtung befahren werden; fahrplanmäßige Züge dürfen, abgesehen von einzelnen genau bestimmten Ausnahmen nur durch Lokomotiven an der Spitze bewegt werden. Für die Länge der Züge ist eine bestimmte obere Grenze vorgeschrieben; die Aufeinanderfolge zweier Züge ist nicht beliebig, sondern durch bestimmte Zeit- oder Raumabschnitte oder durch die Entfernung zwischen der Abgangsstation und der nächstfolgenden geregelt.

Für die Geschwindigkeit der verschiedenen Zugsgattungen wird ebenfalls eine obere Grenze festgesetzt, welche bei stark geneigten und stark gekrümmten Bahnstrecken entsprechend vermindert werden muß; ebenso tritt eine Ermäßigung der Geschwindigkeit bei der Einfahrt in die Bahnhöfe und auf der freien Strecke an besonders gefährdeten Stellen ein. Die geringste Anzahl der besetzten Bremsen ist nach der Neigung der Bahn, sowie nach der Länge und der zulässigen Geschwindigkeit des Zugs vorgeschrieben.

Besondere Sorgfalt ist auf die ordnungsmäßige Zusammensetzung und Ausrüstung des Zugs mit Personal und Signaleinrichtungen vor der Abfahrt und weiters auf die auf den Zwischenstationen vorzunehmenden Revisionen zu verwenden.

Mittels des elektromagnetischen Telegraphen ist für die Sicherung der Fahrt in ausgedehnter Weise Vorsorge getroffen, indem die Züge von Station zu Station abgemeldet werden.

Durch die der Strecke entlang aufgestellten elektromagnetischen Läutewerke erhalten die Wärter ein Achtungssignal für das Herannahen des Zugs. Mittels des Alarmsignals dieser Läutewerke kann jeden Augenblick die ganze Streckenbewachung über eine drohende Zuggefährdung in Kenntnis gesetzt und zu besonderer Achtsamkeit aufgefordert werden.

Die Bewegung der Züge auf der freien Strecke und innerhalb der Bahnhöfe wird außerdem durch die in der Signalordnung vorgeschriebenen optischen Signale gesichert, welche bei Tag durch weithin sichtbare bewegliche Flügel oder Scheiben, durch rote Fahnen und Armbewegungen der Bahnwärter, bei Nacht durch farbige Lichter für folgende drei Begriffe gegeben werden: „Die Bahn ist frei", „Der Zug soll langsam fahren", „Der Zug soll halten".

Die Bedienung der Lokomotive eines fahrenden Zugs wird dadurch sichergestellt, daß auf derselben immer zwei mit der Behandlung der Maschine vertraute Bedienstete, Führer und Feuermann, sich befinden müssen.

Eine obrigkeitliche Fürsorge für die Sicherheit des Eisenbahnbetriebs, wie vorstehend angedeutet, hat sich in denjenigen Ländern zuerst entwickelt, in denen die Eisenbahnen ganz oder doch größtenteils der Staatsverwaltung unterstellt sind, nämlich in den meisten mitteleuropäischen Staaten. In den anderen Ländern und außerhalb Europa, woselbst das Privatbahnwesen vorherrscht, ist die Einwirkung der Staatsbehörde auf den Eisenbahnbetrieb nur gering. Erst in neuerer Zeit scheint auch dort die Überzeugung Eingang zu finden, daß die Staatsbürger Anspruch auf Schutz im Eisenbahnbetrieb haben, und daß dem Staat die Pflicht obliegt, diesen Schutz zu gewähren; insbesondere nehmen die Mitglieder der Parlamente häufiger Veranlassung, die Regierungen zu einer schärferen Beaufsichtigung des Eisenbahnbetriebs aufzufordern. Dazu kommt noch, daß die militärischen Rücksichten auf eine einheitliche Gestaltung des Eisenbahndienstes und seiner Sicherheitseinrichtungen in allen Ländern hindrängen.

Mit den von den staatlichen Aufsichtsbehörden gegebenen allgemeinen Vorschriften und mit der einfachen Beachtung derselben ist die Fürsorge für die Sicherheit des Eisenbahnbetriebs jedoch keineswegs erschöpft. Es bleibt vielmehr eine hochwichtige Aufgabe der Eisenbahntechnik, die geeeigneten Mittel und Wege zu finden, um den gestellten Anforderungen in vollkommenster Weise Genüge zu leisten und auch solche Sicherheitsbedürfnisse zu befriedigen, die durch besondere Umstände sich geltend machen; denn mit der Ausdehnung des Eisenbahnnetzes, insbesondere durch die gesteigerten Anforderungen, welche das Anwachsen und die Beschleunigung des Eisenbahnverkehrs mit sich bringt, vermehren sich auch die Gefahrpunkte für die Betriebsführung.

In England sind derartige Zustände schon bald nach Herstellung der ersten Eisenbahnen Veranlassung zur Erfindung neuer und Verbesserung vorhandener Sicherheitseinrichtungen gewesen. Die Sicherung des Eisenbahnbetriebs hat infolgedessen in England zunächst auch ohne Einwirkung der Staatsbehörde einen hervorragend hohen Standpunkt erreicht und die betreffenden Einrichtungen sind ohne Zweifel für die Eisenbahnen aller Länder maßgebend geworden.

Neuestens wurde auch im Weg der Gesetzgebung für die Erhöhung der B. vorgesorgt und ein Gesetz vom 30. August 1889 (Regulation of Railways Act 1889, 52. und 53. Vict., chap. 57) erlassen, durch welches das Handelsamt ermächtigt wird, von einer Eisenbahngesellschaft binnen einer festgesetzten Zeit die Einführung des Blocksystems auf allen Linien oder einer bestimmten Linie, dann von durchgehenden und selbstthätigen Bremsen, welche bestimmten Bedingungen entsprechen, bei allen Personen führenden Zügen, endlich von kombinierten Signalen und Wechselvorrichtungen zu verlangen.

Nachdem die englischen Bahnen die nunmehr gesetzlich vorgeschriebenen Sicherheitseinrichtungen zum großen Teil bereits früher aus eigenem Antrieb eingeführt haben, so wird das Gesetz eigentlich nur mehr eine geringe Anzahl von Bahnen berühren und daher lediglich die allgemeine Einführung dieser Sicherheitsvorkehrungen beschleunigen, sowie die Kontrolle des Handelsamts über die getroffenen Einrichtungen sicherstellen. Unter den Erleichterungen und Modifikationen, welche das Handelsamt bezüglich einzelner Bestimmungen erlassen kann, ist hervorzuheben, daß die genannte Behörde sich schon bereit erklärt hat, auf kurzen eingleisigen Strecken von einer Einführung des Blocksystems abzusehen; ferner wird im Ausnahmsfall für gemischte Züge,

unter gewissen Bedingungen auch für einzelne nicht für Personenbeförderung bestimmte Wagen von der Anwendung durchgehender Bremsen abgesehen. Der Termin, innerhalb dessen die Bahnen das Blocksystem eingeführt haben müssen, ist vom englischen Handelsamt mit zwölf Monaten, jener für die vollständige Einführung der durchgehenden und selbstthätigen Bremsen bei Personenzügen mit 18 Monaten festgesetzt worden.

In Nordamerika sind die Erfindungen der Engländer mehrfach verwertet worden (z. B. die durchgehende Bremseinrichtung); indes können die Amerikaner im allgemeinen keinen Anspruch auf ausreichende Sicherheit weder hinsichtlich des Baues noch des Betriebs ihrer Bahnen machen.

In allerletzter Zeit hat das amerikanische Bundeseisenbahnamt die Frage der Einführung der durchgehenden Bremsen und selbstthätigen Kuppelungen bei allen im Zwischenstaatsverkehr zur Verwendung kommenden Güterwagen in Beratung genommen und hat der Präsident dem Kongreß diese Angelegenheit zur besonderen Beachtung empfohlen; aller Voraussicht nach wird ein diesbezügliches Gesetz im Kongreß zur Annahme gelangen und diesem ersten Schritt künftighin auch die gesetzliche Einführung von Blocksignalen und Abschlußvorrichtungen nachfolgen (V.-Z. 1890, Nr. 6).

In Belgien hat, ähnlich wie in England, das rasch sich verdichtende Eisenbahnnetz mit seinem starken Verkehr eine erhöhte Fürsorge für die Sicherheit des Betriebs namentlich auf dem Staatseisenbahnnetz veranlaßt.

In Frankreich wurde bereits im Jahr 1857 von der Staatsregierung eine Kommission eingesetzt zum „Studium der Mittel und Wege zur Herbeiführung der Regelmäßigkeit und Sicherheit des Eisenbahnbetriebs". Bei der großen Selbständigkeit, welche die sechs Privateisenbahngesellschaften in diesem Land besitzen, ist jedoch der Einfluß der Regierung auf Erhöhung der B. nur gering. Seit 1887 steht in der Kammer der Entwurf eines Gesetzes in Vorberatung, durch welches neben einer einheitlichen Signalordnung und der Begrenzung der Dienstzeit des Betriebspersonals die allgemeine Einführung centraler Weichenstellung, kontinuierlicher Bremsen, des Interkommunikationssystems zwischen Zugsbegleitpersonal und Maschinenführer, sowie zwischen Reisenden und Zugspersonal, endlich von Personenwagen mit Längsgängen angeordnet werden soll.

Spanien ist mit seinem Eisenbahnwesen von allen europäischen Staaten am weitesten zurückgeblieben, und dementsprechend steht auch die B. auf den spanischen Eisenbahnen noch auf sehr niedriger Stufe.

In Italien sind größere Fortschritte auf diesem Gebiet zu verzeichnen. Die Eisenbahnen lehnen sich in ihren Betriebseinrichtungen vielfach an die französischen Eisenbahnen an; die neuen Verwaltungen sind rührig in der Verbesserung der Betriebseinrichtungen, und die Aufsicht der Staatsbehörde ist vielfach verschärft worden.

Von hervorragendem Einfluß auf die Sicherung des Eisenbahnverkehrs in den mitteleuropäischen Ländern ist die Thätigkeit des Vereins deutscher Eisenbahnen gewesen und ist es noch heute. Die Überzeugung, daß auf diesem Gebiet nur mit vereinten Kräften und durch gemeinsames Vorgehen das Beste erreicht werden könne, ließ in diesem Verein, dessen Gründung schon 1846 durch die Verwaltungen der Eisenbahnen in Deutschland, Österreich-Ungarn und in einigen kleineren angrenzenden Staaten erfolgte, sehr bald die „technische Kommission" entstehen, welcher die Bearbeitung der baulichen und betriebstechnischen Fragen obliegt. Die Beschlußfassungen dieser Kommission sind in den „technischen Vereinbarungen" zusammengestellt; sie bilden eine wertvolle Ergänzung der staatlichen Vorschriften über Bau und Betrieb von Eisenbahnen und sind deshalb von besonderer Bedeutung, weil sie, in bestimmten Zeitabschnitten einer Prüfung unterzogen, den wechselnden Anforderungen des Eisenbahnbetriebs und den praktischen Erfahrungen entsprechend verbessert werden.

Den wichtigsten Teil dieser Beratungen der technischen Kommission nehmen die Fragen über die B. und die Mittel zur Erhöhung derselben in Anspruch.

In neuerer Zeit ist von der preußischen Staatseisenbahnverwaltung, welcher das größte einheitliche Eisenbahnnetz der Welt unterstellt ist, ein ständiger Beratungskörper von Eisenbahntechnikern ins Leben gerufen worden, der den alleinigen Zweck und die ausgesprochene Aufgabe hat, Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit des Eisenbahnbetriebs zu beraten und dem leitenden Minister zur Einführung zu unterbreiten. Die erste Konferenz fand im Jahr 1873, die folgende im Jahr 1880, und von da ab finden fast alljährlich derartige Verhandlungen statt. Es sollen bei denselben die bereits ausgeführten Sicherheitseinrichtungen besprochen, die gemachten Erfahrungen ausgetauscht und neue Vorschläge zur weiteren Sicherung des Betriebs beraten werden.

Als Gegenstände dieser Beratungen sind folgende zu erwähnen:

Die Prüfungen der Dienstanweisungen der Betriebsbeamten, welche vielfach zu breit und schwer verständlich abgefaßt, eine übersichtliche Anordnung des Stoffs und eine scharfe Begrenzung der Pflichten vermissen ließen; die Vorkehrungen gegen Überlastung der Betriebsbeamten, die Festsetzung von Belohnungen für die Entdeckung von betriebsgefährlichen Schäden an der Fahrbahn und den Betriebsmitteln; eine einheitliche Anweisung zur Ausführung der Reichssignalordnung; die gleichmäßige Anbringung der Signalleine zum Gebrauch für die Reisenden in Notfällen; die außerordentlichen Untersuchungen der Fahrbahn und ihrer Einrichtungen; die ständige Überwachung besonders gefährdeter Punkte der Bahn; die Wahl einer verbesserten Wagenkuppelung; Maßregeln zur Einschränkung der Achs- und Radreifenbrüche; Einführung einer neuen Bremseinrichtung und von Vorkehrungen zur Überwachung der Fahrgeschwindigkeiten, endlich von Einrichtungen zur Sicherung der Bedienung von Weichen und Signalen.

Von hervorragender Bedeutung für die Sicherheit des Betriebs sind die zuletzt aufgeführten Punkte. Das Zerreißen der Züge während der Fahrt hat häufig zu den schwersten Unfällen Veranlassung gegeben; seit Einführung

der neuen Sicherheitskuppelung gehören Zugstrennungen zu den Seltenheiten.

Die statistischen Erhebungen über Achs- und Radreifenbrüche haben zur Folge gehabt, daß der Herstellung dieser gefährdeten Teile an den Fahrzeugen mehr Sorgfalt zugewendet und durch häufige Untersuchungen während des Anhaltens der Züge auf den Stationen der Anfang der Schäden so rechtzeitig ermittelt wird, daß die Gefahr für den Betrieb durch Aussetzen des Wagens beseitigt werden kann. Schon nach einigen Jahren wurden über 50% der Anbrüche an Radreifen durch diese verschärften Untersuchungen mehr aufgedeckt und unschädlich gemacht als früher.

Die Gefährdungen, welche dem Zug während der Fahrt auf der freien Strecke durch plötzlich auftretende Mängel an der Fahrbahn und an den Fahrzeugen, durch Hindernisse im Fahrgleis, und auf den Bahnhöfen durch falsche Signal- oder unrichtige Weichenstellung drohen, können abgewendet, bezw. in ihren verderblichen Folgen eingeschränkt werden durch rasches Anhalten des Zugs. Dies ist aber mit der wachsenden Geschwindigkeit der Züge und der größeren Belastung derselben immer schwieriger und deshalb eine Vervollkommnung der Bremseinrichtungen immer dringender geworden. Die größtmöglichste Wirkung der Bremsen läßt sich nur dann erzielen, wenn demjenigen Beamten, welchem die Bewegung des Zugs obliegt, auch die Möglichkeit gegeben wird, allein ohne Mithilfe anderer Beamten den Zug rasch zum Stehen zu bringen. Diese Forderung wird erfüllt durch die jetzt allgemein eingeführten oder doch in der Einführung begriffenen „durchgehenden Bremsen“. Die neue Einrichtung setzt den Lokomotivführer in den Stand, von der Lokomotive aus jeden Augenblick alle Zugsbremsen im Zeitraum von wenigen Sekunden gleichzeitig und voll zur Wirkung zu bringen; im Notfall kann auch jeder Reisende vom Wagen aus die Bremsen in Thätigkeit setzen.

Die Erhöhung, welche durch das neue Bremssystem der B. erwächst, läßt sich daraus ermessen, daß ein in voller Fahrt begriffener Zug mit der früheren Bremseinrichtung erst auf 1200—1500 m Entfernung zum Stehen gebracht werden konnte, während jetzt mit den durchgehenden Bremsen schon auf 250—300 m Bremsweg das Halten des Zugs erfolgt.

Die Sicherheit der Eisenbahnzüge ist ferner gefährdet auf stark gekrümmten und stark geneigten Bahnstrecken, wenn dieselben nicht vorschriftsgemäß mit ermäßigter Geschwindigkeit befahren werden. Die Durchführung dieser Sicherheitsvorschrift ist lange Zeit mit Schwierigkeiten verbunden gewesen, weil dem Lokomotivführer die geeigneten Anhaltspunkte über den Ort und das Maß für die Einschränkung der Geschwindigkeit, und dem Betriebsbeamten Mittel, die Thätigkeit des Führers zu überwachen, fehlten.

Beides ist erreicht worden durch die jetzt vielfach eingelegten Radtaster.

Dies sind Druckfedern, auf den langsamer zu befahrenden Bahnstrecken in bestimmten Entfernungen dicht neben dem Schienenkopf so angebracht, daß die Berührung mit jedem darüber rollenden Rad auf elektrischem Weg in der nächsten Station auf einem regelmäßig ablaufenden Papierstreifen vermerkt wird. Auf diese Weise liefert der fahrende Zug selbstthätig die Niederschrift, aus welcher die Geschwindigkeit genau ersichtlich ist, mit welcher er die Strecke zwischen zwei Radtastern zurückgelegt hat.

Ähnliche Gefahren treten für den Zug auf, wenn er sich bei Nebel, Schlagregen oder Schneegestöber dem Bahnhof zu rasch nähert und über das Abschlußsignal hinaus, dessen Haltestellung der Lokomotivführer unter solchen Umständen zu spät erkennen kann, in besetzte Gleise einfährt. Zur Beseitigung dieser Gefahren sind die Vorsignale angeordnet, welche schon 500—600 m vorher dem Lokomotivführer anzeigen, ob das Bahnhofsignal auf Einfahrt gestellt ist. In Preußen hält man diese Vorsignale für so wichtig, daß ihre Herstellung allgemein für alle Bahnhöfe und Weichensignale auf der freien Strecke angeordnet ist. Man kann darüber zweifelhaft sein, ob die so entstehende Anhäufung von Signalen und die Verallgemeinerung eines Hilfssignals nicht eine nachteilige Gleichgültigkeit des Lokomotivpersonals gegen Signale hervorruft.

Von allen Gefahrpunkten, welche die B. bedrohen, sind die Weichenverbindungen der Gleise wohl die allerbedenklichsten, da nach den Aufzeichnungen der Statistik die Anzahl der Unfälle an diesen Stellen sehr hoch und die Wirkungen derselben meist sehr folgenschwer sind.

Die Gefahren, welche dem in eine Weiche hineinfahrenden Zug drohen, sind dreierlei Art: der Zug wird durch falsche Weichenstellung von seinem Weg ab- und in ein unrichtiges Gleis gelenkt, welches durch Wagen und sonstige Hindernisse gesperrt ist; oder der Zug bleibt zwar auf dem richtigen Gleis, aber gleichzeitig werden in der zum Nachbargleis führenden Weichenverbindung Fahrzeuge gegen die Flanke des einfahrenden Zugs bewegt; oder drittens die zu durchfahrende Weiche ist unvollständig gestellt, d. h. die zu befahrende Weichenzunge liegt mit der Spitze an der Hauptschiene nicht dicht an und gestattet dem Spurkranz der Räder, in die klaffende Lücke einzudringen. Diese Gefährdungen werden durch die Sicherheitsstellwerke beseitigt, eine Einrichtung, welche eine selbstthätige Abhängigkeit in der Stellung der Weichen und der zugehörigen Signale bewirkt.

Der durch Weichenverbindungen gefährdete Teil der Hauptgleise ist an beiden Enden in der Richtung der Zugsbewegung durch Signale abgegrenzt, welche in angemessener Entfernung vor den Weichen neben den Gleisen aufgestellt sind. Die Normalstellung des Signals ist diejenige auf „Halt“ — Ruhelage — d. h. es darf kein Zug in den durch die Signalmaste abgegrenzten Gleisabschnitt hineinfahren; die entsprechende Normalstellung der Weichen ist auf „Fahrt im geraden Gleis“. Für jeden das Hauptgleis in gerader Richtung befahrenden Zug ist ein bestimmtes Signal „auf Fahrt“ zu stellen; für die aus den Hauptgleisen nach den Nebengleisen oder umgekehrt verkehrenden Züge sind andere Signale „auf Fahrt“ zu stellen und die Weichen umzulegen. Die zu den Weichen und Signalen hinführenden Zugsvorrichtungen sind in dem Centralapparat zusammengeführt und derart in Abhängigkeit voneinander gebracht, daß nur nach erfolgter richtiger Weichenstellung das

betreffende Signal „auf Fahrt" gestellt werden kann. Mit der Bewegung dieses Signalhebels ist die Wirkung verbunden, daß die zu befahrenden Weichen selbstthätig in ihrer richtigen Stellung festgeschlossen, und diejenigen Signale, welche eine zweite, der ersten feindliche Fahrt gestatten könnten, in der „Haltstellung", sowie die dem fahrenden Zug feindlichen Weichenverbindungen in abweichender Stellung festgehalten werden.

Die Sicherheitsstellwerke sind demnach für die B. von großer Bedeutung. Mittels derselben wird die Thätigkeit des Weichenstellers an einem wichtigen Punkt des Bahnhofs in einen vorgezeichneten festen Rahmen eingegrenzt, Unaufmerksamkeit, Nachlässigkeit, sogar Böswilligkeit des Weichenstellers kann wohl einen Aufenthalt in der Zugbewegung, eine Gefährdung durch falsche Weichenstellung aber kaum veranlassen (s. Centralisierung, Stellwerke).

Alle vorstehend angeführten Einrichtungen für die B. haben sich praktisch ausgezeichnet bewährt und kommen deshalb bei allen Eisenbahnverwaltungen nach Maßgabe der Verkehrsstärke zur Anwendung.

Trotz all dieser genauen Vorschriften und Einrichtungen zum Schutz des Eisenbahnbetriebs wird sich eine vollkommene Sicherheit desselben ebensowenig erreichen lassen, wie bei den anderen älteren Transportmitteln. Bei der großen Anzahl der Eisenbahnbediensteten und der unvermeidlichen Selbständigkeit derselben muß mit der menschlichen Schwäche im Wollen und Können immer stark gerechnet werden. Es wird deshalb bei aller Vervollkommnung der technischen Anlagen und Einrichtungen für die Sicherheit des Betriebs immerhin eine hochwichtige Aufgabe der Eisenbahnverwaltungen bleiben, alle im Stations- und Fahrdienst thätigen Beamten zweckentsprechend auszubilden, entsprechend zu entlohnen, durch sachgemäße Einteilung des Dienstes die Kräfte derselben nicht übermäßig in Anspruch zu nehmen und durch Verschärfung des Pflichtgefühls, sowie durch strenge Überwachung jede leichtsinnige und fahrlässige Handlungsweise der Betriebsbeamten ferne zu halten. Jungbecker.

Betriebsstörungen, die durch äußere Ursachen bedingten Unterbrechungen des regelmäßigen Laufs der Züge. B. können herbeigeführt werden:

a) durch Sperrung von Gleisen infolge von Unfällen, welche Zügen auf der freien Strecke oder auf Bahnhöfen zustoßen;

b) durch Unfahrbarmachung des Gleises infolge von Zerstörung oder Beschädigung des Bahnkörpers auf kürzeren oder längeren Strecken durch Hochwasser, Damm- oder Einschnittsrutschungen u. dgl.;

c) durch Schneeverwehungen, Lawinen und Bergstürze, durch Ueberflutung der Gleise;

d) infolge schlechter Beschaffenheit der Bahnstrecke oder einzelner Objekte, während der Dauer von Auswechslungsarbeiten, infolge Unterbrechung der Telegraphenleitungen etc.;

e) infolge politischer, militärischer oder kommerzieller Ereignisse (Güteranstauung);

f) infolge von Zugsverspätungen und anderen Unregelmäßigkeiten des Betriebs.

Die Statistik des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen faßt die unter *b*) bis einschließlich *d*) angeführten Fälle als „Unterbrechung des fahrbaren Zustands der Bahn" unter folgende Rubriken zusammen:

a) Erd- und Felsrutschungen,

b) Schneeverwehungen,

c) Überflutungen,

d) Wegversperrungen infolge Sturms,

e) sonstige Naturereignisse,

f) Schadhaftwerden des Oberbaues.

Außerdem weist diese Statistik noch die unter *e*) angeführten B. und weiters eine Rubrik „Betriebsunterbrechungen infolge von Verkehrsstockungen" aus. In dieser Statistik sind jedoch als B. nur jene Unterbrechungen ausgewiesen, welche nicht aus Unfällen oder Unregelmäßigkeiten des Betriebs herrühren.

Bei der Wichtigkeit der Eisenbahnen für die Verkehrsverhältnisse muß seitens der Bahnverwaltungen in allen Fällen für möglichst baldige Behebung der B. Sorge getragen werden. Die hierzu geeigneten Mittel sind je nach den Umständen verschieden. Ist die Störung Folge eines Unfalls, bei welchem Fahrbetriebsmittel zerstört oder beschädigt worden sind, deren Trümmer zusammen mit dem etwaigen Ladungsgut den Fahrweg sperren, so muß die Unfallstelle möglichst rasch geräumt und das bei dem Unfall meist ebenfalls mehr oder minder beschädigte Gleis wieder in fahrbaren Zustand gebracht werden. Ebenso muß, falls die Betriebsstörung durch Zerstörung des Bahnkörpers infolge von Rutschungen, Hochwasser u. dgl. veranlaßt ist, für baldigste Wiederherstellung der Bahn Sorge getragen werden. Nimmt diese Wiederherstellung voraussichtlich längere Zeit in Anspruch, so muß auf vorläufige Einrichtungen zur Vermittlung des Verkehrs Bedacht genommen werden. Bei eingetretener Zerstörung gewölbter oder eiserner Brücken wird es meist nötig sein, an Stelle derselben zunächst eine Holzbrücke herzustellen; bei Rutschungen von Einschnitten und Dämmen wird es häufig erforderlich, ein Gleis seitlich des Bahnkörpers zu legen und mittels desselben den Betrieb bis zur Wiederherstellung der beschädigten Stelle durchzuführen.

Besonders häufig und in großem Umfang werden B. durch Schneeverwehungen und Überschwemmungen des Bahnkörpers herbeigeführt. Die thunlichst baldige Beseitigung eingetretener Schneeverwehungen ist durch geeignete Maßnahmen — Anwendung von Schneepflügen, Beseitigung des Schnees durch Handarbeiter u. s. w. — anzustreben. Auf Verhütung oder wenigstens thunlichste Milderung der Schneeverwehungen ist ferner durch Herstellung von Schneeschutzanlagen hinzuwirken (s. d. Art. Schneeschutzanlagen und Schneeverwehungen). Bei eingetretenen Überschwemmungen wird eisenbahnseitig in der Regel nur wenig geschehen können, bevor das Wasser wieder abgelaufen ist; nach den bei der Überschwemmung gemachten Beobachtungen wird aber zu erwägen sein, ob nicht durch Höherlegung des Bahnkörpers, durch Erweiterung oder Vermehrung der Brückenöffnungen u. dgl. derartige B. für die Zukunft sich vermeiden lassen.

Bei allen B. ist ferner, wenn dieselben irgend längere Zeit dauern, für Durchführung des Verkehrs soviel als thunlich Sorge zu tragen. Ist die unfahrbar gewordene Strecke nur kurz, so wird es meist zweckmäßig sein,

zur Vermittlung des Personen-, Gepäck- und Postverkehrs die Züge von beiden Seiten so nahe als möglich an die Unfallstelle heranfahren, Personen umsteigen, Gepäck und Post umladen zu lassen. — Frachtgüter sind bis zum Wiedereintritt der Fahrbarkeit auf den benachbarten Stationen zurückzubehalten oder sofort auf andere Linien umzuleiten. Durch rechtzeitige Benachrichtigung der der Unfallstelle benachbarten Stationen über die eingetretene Störung und die voraussichtliche Dauer derselben und sonstige geeignete Maßnahmen ist ferner dafür Sorge zu tragen, daß eine Überfüllung der Stationen mit Wagen und Gütern vermieden wird. B. sind auf den Stationen durch Anschlag an einer dem Publikum leicht zugänglichen Stelle in deutlich erkennbarer Weise sofort bekannt zu machen (s. § 21 des deutschen und österr. Betriebsreglements).

Um etwa eintretende B. für das reisende Publikum möglichst unschädlich zu machen, ist bei den preußischen Staatsbahnen jede Station angewiesen, die in ihrem Bezirk vorgekommenen oder infolge von Schneewehen u. dgl. zu erwartenden B., sowie deren mutmaßliche Dauer bestimmten Hauptstellen sofort telegraphisch zu melden. Diese Hauptstellen haben dann die erhaltene Nachricht an alle Stationen ihres Bezirks zu verbreiten, so daß sämtliche Stationen, welche für den Verkehr auf der gesperrten Strecke in Betracht kommen, unverweilt benachrichtigt sind, und Reisende, welche über die letztere fahren wollen, über die Sachlage, sowie über die Linie, auf welcher das Hindernis umfahren werden kann, unterrichten können.

Bezüglich der infolge von Kriegszuständen entstehenden B. siehe Kriegsbetrieb. Claus.

Betriebsstrecke, die im Betrieb befindliche Strecke einer Bahn, im Gegensatz zu den etwa noch im Bau befindlichen oder aus sonstigen Gründen zu der betreffenden Zeit nicht betriebenen Strecken.

Betriebssystem, der Inbegriff jener leitenden Grundsätze, nach welchen der Betrieb eingerichtet und durchgeführt wird.

Je nachdem die Grundsätze, aus welchen sich ein B. bildet, den technischen oder den kommerziellen Betrieb betreffen, gliedern sich die B. in technische und wirtschaftliche.

I. Technische B. Dieselben hängen in allererster Linie von der Kategorie der Bahn (ob Voll- oder Nebenbahn), sowie von der Intensität und dem Charakter des Verkehrs, außerdem aber auch von den Anlage- und Steigungsverhältnissen, sowie von sonstigen Momenten ab.

Bei Vollbahnen lassen sich zwei wesentlich verschiedene B. auseinanderhalten, welche nach ihren Hauptrepräsentanten als das englische und das deutsche B. bezeichnet werden.

Das englische B., welches als charakteristisches System der Vollbahnen mit intensivem Verkehr gelten kann, zeichnet sich aus:

a) durch viele, kurze und leichte, rasch verkehrende Züge, sowohl im Personenverkehr, welcher mit besonderer Beschleunigung abgewickelt wird, als im Güterverkehr;

b) durch große Specialisierung des Verkehrs nach Zugsgattungen;

c) durch die ausgebildete Lade- und Rangiermethode.

Ad *a*). Die englischen Passagierzüge sind im Durchschnitt nur mit 50 Personen besetzt, die Güterzüge, mit Ausnahme der Kohlen- und Mineralzüge, haben hier nur etwa 50 t Ladung. Die fast ausnahmslos zweiachsigen Güterwagen besitzen meist nur eine Tragfähigkeit von 7—8 t, selten von 9 t, und beträgt die durchschnittliche Belastung 2—2,5 t, nachdem im allgemeinen in England auf die Ausnutzung der Wagen wenig Gewicht gelegt wird. Bei einzelnen Bahnen sind viele Maschinen selbst auf ebenen Linien nur auf Mitnahme von 25, bezw. bei Kohlenzügen von 22 beladenen Wagen berechnet. Die stärksten Güterzugsmaschinen vermögen nur 40, bei Kohlenzügen 35 beladene Wagen zu führen.

Die Schnelligkeit, mit der die englischen Personenzüge verkehren, ist bekannt, und ist die Minimalfahrgeschwindigkeit in England ungefähr gleich der Maximalgeschwindigkeit der Züge bei den deutschen Bahnen; ebenso verhält es sich mit den Güterzügen. Die *Fast-goods trains* und die *Express-goods trains*, von denen die ersteren den Verkehr der Anschlußrouten untereinander vermitteln, während letztere Durchgangsgut für weitere Distanzen führen, legen selbst die weitesten Entfernungen mit einer Geschwindigkeit von 30 km pro Stunde zurück.

Das durchschnittliche Zeitintervall zwischen zwei Zügen (Tag und Nacht gerechnet) beträgt im eigentlichen England ungefähr eine halbe Stunde, während auf den Hauptbahnhöfen der großen Städte, voran Londons, ein beinahe unausgesetztes Ankommen und Abgehen von Personenzügen stattfindet.

Ad *b*) Die Specialisierung des Zugsverkehrs ist sehr ausgebildet, sowohl beim Personenverkehr, als beim Güterverkehr, welcher vom ersteren vollständig getrennt ist und zumeist zur Nachtzeit abgewickelt wird. So verkehren zwischen je zwei größeren Verkehrscentren meist besondere Züge, welche ausschließlich nur den Verkehr zwischen diesen Centren vermitteln, während den Verkehr der dazwischen liegenden Stationen andere Züge bedienen.

Die Specialisierung im Güterverkehr erfolgt teils nach dem Ziel, teils nach der Gattung, teils nach der Abfertigungsweise der Güter. Es finden sich vielfach besondere Marktzüge, besondere Züge für Zweigrouten, Züge für durchgehendes Gut, besondere Auslade-, Kohlen-, Vieh-, Fleisch-, Fisch-, Milchzüge etc.

Ad *c*) ist hervorzuheben: die Anwendung der Fahrstraßen im Innern der Güterschuppen, Anwendung bedeckter Gleise für Be- und Entladung, verschwenderische Ausstattung der Güterschuppen mit mechanischen Hilfsmitteln (Drehscheiben, Schiebebühnen, Hebemaschinen, Umladevorrichtungen etc.), Expedition der ankommenden und abgehenden Güter zu verschiedenen Tageszeiten, obligatorische An- und Abfuhr.

Was das Rangieren in England anbelangt, so sei auf die Anlage der großartigen Rangierbahnhöfe, sowie auf die ausgedehntere Anwendung der Methode des Rangierens auf geneigten Ablaufgleisen hingewiesen.

Das englische B. findet sich außer in England in etwas abgeschwächter Form auch in Belgien und einem Teil Frankreichs.

Den Gegensatz des englischen bildet das deutsche B., welches sich in Deutschland und Österreich zur Zeit des schwachen Verkehrs herausgebildet hat, mit der zunehmenden Entwicklung des Verkehrs jedoch sich (namentlich in Süd-, West- und Mitteldeutschland) — wenn man von der Lade- und Rangiermethode absieht — der englischen Betriebsweise nähert.

Das deutsche B., welches das charakteristische System der Bahnen in den Ländern mit wenig entwickeltem Verkehr ist, kennzeichnet sich durch wenige, mit geringer Fahrgeschwindigkeit verkehrende, nach Maßgabe der zulässigen Belastung aus einer möglichst großen Anzahl Wagen zusammengesetzte Züge, auf deren möglichst günstige Ausnutzung besonderes Gewicht gelegt wird. Zuweilen findet eine Trennung des Personenverkehrs von dem Güterverkehr überhaupt nicht statt — es werden nur gemischte Züge befördert.

Als eine Kombination des englischen und deutschen B. erscheint das bei Lokalbahnen gebräuchliche B., und zwar insoferne, als bei letzteren einerseits kurze Züge verkehren, andererseits aber die Fahrgeschwindigkeit eine geringe ist, jede Specialisierung des Verkehrs fehlt (keine Trennung des Personenverkehrs vom Güterverkehr) und gewöhnlich kein Nachtverkehr besteht.

Dieses B., welches allerdings die wesentlichen Nachteile beider Hauptsysteme vereint, läßt sich bei Lokalbahnen, von einzelnen Ausnahmen etwa abgesehen, mit Rücksicht auf den spärlichen Verkehr und die deshalb gebotene strengste Ökonomie kaum umgehen.

Die Ausstattung der Bahn ist eine höchst primitive.

Zur möglichsten Ausnutzung der Fahrbetriebsmittel muß die Fahrordnung gewöhnlich so erstellt werden, daß der eine Zug von der Endstation erst abgeht, wenn der Gegenzug angekommen ist, beziehungsweise daß mit einer Zugsgarnitur der Verkehr nach beiden Richtungen besorgt werden kann.

(Siehe insbesonders Sax, Die Eisenbahnen, Wien 1879, S. 381 u. ff.)

II. Wirtschaftliche B. Bezüglich derselben ist der Unterschied zwischen Privat- und Staatseisenbahnen in erster Linie maßgebend.

A. Privateisenbahnen können, wenn man sie lediglich als Privatunternehmungen auffaßt, nur nach einem System betrieben werden: nach jenem System, welches den höchstmöglichen Reinertrag anstrebt und das leitende System aller Privatunternehmungen ist. Aber während sich dieses System bei anderen Unternehmungen durchführen läßt, ist dies bei den Privateisenbahnen nicht möglich, indem die Privateisenbahnen keine freien Privatunternehmungen, sondern staatlich regulierte Privatunternehmungen sind; sie erhalten ihre Konzessionen nur unter gewissen Bedingungen, welche sie nötigen, nicht den Gesichtspunkt des Erwerbs allein im Auge zu behalten, sondern auch durch eine Reihe von Einrichtungen und Maßnahmen die öffentliche Wohlfahrt zu berücksichtigen. Je nachdem nun die Einwirkung der Staatsregierung auf die Privateisenbahnen eine mehr oder weniger eingehende und kräftige ist, hat man zu unterscheiden:

1. Privateisenbahnen mit völlig freier Unternehmerstellung. Dieselben existieren eigentlich nirgends, da ja überall gewisse Vorschriften hinsichtlich des Betriebs, namentlich hinsichtlich der Sicherheit desselben, gegeben sind. Annäherungsweise dürfen hierher die sogenannten Industriebahnen gerechnet werden, welche als Zubehör industrieller und montanistischer Unternehmungen, und gar nicht als öffentliche Verkehrsanstalten erscheinen.

2. Staatlich regulierte und beaufsichtigte Privateisenbahnen sind die bei weitem am häufigsten. Das herrschende System hierbei besteht darin, der Privatunternehmung grundsätzlich soviel Spielraum zu lassen, daß sie dabei bestehen kann, aber jeder Ausschreitung des Erwerbstriebs auf Kosten der Sicherheit und öffentlichen Wohlfahrt nicht etwa bloß nachträglich, sondern auch schon von vornherein durch gewisse Betriebsvorschriften entgegenzutreten.

3. Privatbahnen in Staatsverwaltung, jenes System, wobei Bahnen, welche von Privatunternehmungen gebaut wurden, vom Staat nach den bei seinen eigenen Bahnen festgehaltenen Grundsätzen verwaltet werden.

B. Die Staatseisenbahnen zeigen eigentlich erst die verschiedenen Betriebssysteme vollständig. Hierbei ist zu unterscheiden:

1. Das System der Verpachtung (s. d.). Grundsätzlich sollten Staatseisenbahnen nicht in Privatverwaltung gegeben werden; doch sind häufig teils aus Gründen der praktischen Verwaltung (die aber immer nur für kürzere Strecken Geltung haben) Ausnahmen von diesem Princip gemacht worden, teils auch aus finanziellen Gründen, welche mit der Eisenbahnverwaltung nichts zu thun hatten.

2. Das System der Eigenverwaltung, bei Staatsbahnen das allein richtige. Dieses System kann nun wieder folgende Formen annehmen:

a) Das rein gewerbliche (Unternehmer-) System, wobei die Eisenbahnen nur zu dem Zweck erbaut und betrieben werden, um aus ihrem Reinertrag eine Einnahmsquelle zu machen. Das Ziel ist hierbei ein möglichst hoher Reinertrag, welchem alle Einzelheiten des Betriebs untergeordnet werden. Privilegien oder Monopole nimmt hierbei die Staatsregierung nicht in Anspruch, wenigstens nicht in einem höheren Grad, als sie dieselben den Privateisenbahnen gewährt.

b) Das Gebührensystem. Hierbei werden die Eisenbahnen als gemeinnützige Anstalten betrachtet und von diesem Hauptgesichtspunkt aus betrieben. Die Erzielung eines Reinertrags ist dabei nicht das Endziel, sondern es sollen hauptsächlich dem nationalen Verkehr die erforderlichen Verkehrsmittel zur Verfügung gestellt werden. Man verlangt aber von denjenigen, welche diese Verkehrsmittel benutzen, eine specielle Vergütung, welche die Kosten vollständig deckt oder decken soll. Selbst wenn diese Vergütung nicht ausreicht, um die Kosten zu decken und daher die Staatskasse einen Zuschuß zu denselben leisten muß, sieht dieses System die Unternehmung nicht als eine verfehlte an, sondern es erachtet diesen Zuschuß als aufgewogen durch die Erleichterung und Förderung, welche die wirtschaftliche Thätigkeit der Nation durch die Eisenbahnen erfährt.

c) Das Besteuerungs- oder Regalitätssystem. Hierbei betreibt der Staat aus

finanziellen Gründen die Eisenbahnen in der Weise, daß er durch Ausschließung der Privatunternehmung einen höheren Ertrag, als ihn die Privateisenbahnen bei freier Konkurrenz erzielen könnten, herbeiführt. Die Preise, welche dabei für die Benutzung der Eisenbahnen verlangt werden, sind erzwungen, auf Grund des thatsächlichen und rechtlichen Monopols der Eisenbahnen; sie übersteigen jenen Satz, der zur Deckung der Kosten notwendig wäre, liefern Einnahmen, welche zu anderen Staatsausgaben verwendet werden können und erscheinen deshalb nur zu einem Teil als Kostenersatz, zu einem andern Teil dagegen als eine besondere Art von Steuer: eine Verkehrssteuer.

d) Das (allerdings nur ideale) System der reinen Staatsausgabe bestände darin, daß die Eisenbahnen als gemeinnützige Anstalten auf Kosten der Staatsregierung betrieben und demgemäß die Transportleistungen im Personen- und Güterverkehr unentgeltlich vollzogen würden. Dieses System wäre selbst bei der blühendsten Finanzlage eines Staats nicht gerechtfertigt, weil die Vorteile unentgeltlichen Eisenbahnverkehrs sich zu ungleichmäßig auf die verschiedenen Berufsklassen und namentlich noch ungleichmäßiger auf die verschiedenen Distrikte und Plätze verteilen würden. Eine gewisse Wirkung äußert dieses System indessen thatsächlich doch in der mehr oder minder weit getriebenen Ausdehnung der freien Eisenbahnfahrt (s. Freikarten), namentlich gegenüber unbemittelten Personen.

Von diesen vier Betriebssystemen finden bei den Staatseisenbahnen nur die ersten beiden Anwendung, während die letzten beiden nur in einzelne Fragen der Betriebsökonomie hereinspielen. Diese Systeme kommen aber auch zur Geltung in dem Verhältnis zwischen der Staatsregierung und den Privateisenbahnen. Die Privatbahnen können ja, wie oben schon bemerkt wurde, von den Staatsregierungen und den gesetzgebenden Faktoren durch die Konzessionsbedingungen wie durch die Gestaltung des Eisenbahnrechts bald mehr zu einer gebührenmäßigen Betriebsweise angehalten werden, bald mehr Freiheit in ihrem Streben nach dem rein gewerblichen Betriebssystem genießen; sie können auch durch mehr oder minder hohe Eisenbahnsteuern dem Besteuerungssystem dienstbar gemacht werden. Dr. M. Haushofer.

Betriebstechnik, Inbegriff jener Aufgaben des Betriebsdienstes, deren Lösung bestimmte technische Kenntnisse und Erfahrungen erfordert. Das Feld der B. in diesem engeren Sinn bilden die Zugsförderung (Fahrbetrieb) nebst dem Fahrplan- und Materialwesen, der Wagenaufsichtsdienst, der technische Stationsdienst mit dem Signal- und Telegraphendienst, sowie auch die Bahnaufsicht, soweit selbe mit der Signalisierung der Züge zu thun hat.

Insofern man den Begriff des Betriebs (s. d.) nicht auf den Fahrbetrieb beschränkt, sondern darunter auch jene Funktionen begreift, welche die Instandhaltung der Bahn und Betriebsmittel bezwecken, also die Bahnerhaltung und den Werkstättenbetrieb, gehören zur B. auch die Eisenbahnbau- und Maschinentechnik, und zwar in ihrer Anwendung auf die Erhaltung und Konstruktion der Bahnanlagen, bezw. Betriebsmittel. Bau- und Maschinentechnik bilden die hervorragendsten Teile des technischen Betriebs und werden mit Rücksicht auf die hohen Anforderungen, welche diesbezüglich an den einzelnen gestellt werden, auch ausschließlich von Ingenieuren versehen, welche die technischen Studien an einer Hochschule absolviert haben, wogegen Zugsförderung und technischer Stationsdienst vielfach in der Hand empirisch geschulter Organe liegen. Dr. Röll.

Betriebstechnisches Bureau, die bei den preußischen Eisenbahndirektionen, bei der Generaldirektion der elsaß-lothringischen Eisenbahnen, ferner bei der Direktion der mecklenburgischen Friedrich-Franz-Bahn bestehenden Abteilungen, welchen folgende Agenden zugewiesen sind:

I. Bearbeitung der Fahrpläne und Überwachung ihrer Ausführung.

II. Wagenverwendung und Wagenkontrolle.

III. Veranlassung der bahnpolizeilichen Wagenrevisionen.

IV. Abrechnung über Wagenmieten und Reparaturskosten mit fremden Verwaltungen.

V. Kontrolle der Verwendung des Schmier- und Beleuchtungsmaterials.

VI. Verwaltung des Zugs- und Fahrdienstes.

VII. Abrechnung mit der Post.

VIII. Verwaltung des Meilen- und Nachtgelderwesens, der Personalien des Fahrpersonals und des Inventarienwesens.

IX. Beschaffung der Betriebsmaterialien.

An der Spitze der B. der preußischen Staatsbahnen steht gewöhnlich ein Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor; dem B. der elsaß-lothringischen Bahnen steht ein Eisenbahnbetriebsdirektor vor. Dr. M. Haushofer.

Betriebsüberlassung seitens des Eigentümers an dritte Unternehmer, und zwar:

I. Es übernimmt bei Bahnen, welche internationale Anschlüsse herstellen und von den beiderseitigen Staaten oder Konzessionären bis zur Landesgrenze gebaut werden, auf Grund von Staatsverträgen der Betriebsunternehmer der in dem einen Staatsgebiet gelegenen Bahn den pachtweisen Betrieb eines Anschlußstücks der in dem andern Staatsgebiet gelegenen Bahn (etwa bis zur nächstgelegenen Station). Derartige Fälle sind sehr zahlreich. So betreiben

1. der österreichische Staat, bezw. österreichische Privatbahnen folgende ausländische Grenzstrecken, und zwar:

a) die österreichische Staatseisenbahnverwaltung: die Strecken Simbach und Passau-Österr. Grenze (Eigentum der bayrischen Staatsbahnen), die Strecke Lindau-Bayrische Grenze (Eigentum der bayrischen Staatsbahnen);

b) die böhmische Westbahn: die Strecke Furth-Österr. Grenze (Eigentum der bayrischen Staatsbahnen);

c) die mährisch-schlesische Centralbahn: die Strecke Ziegenhals-Österreichische Grenze (Eigentum der preußischen Staatsbahnen);

d) die südnorddeutsche Verbindungsbahn: die Strecke Liebau und Seidenberg-Österr. Grenze (Eigentum der preußischen Staatsbahnen);

e) die österreichische Nordwestbahn: die Strecke Mittelwalde-Österr. Grenze (Eigentum der preußischen Staatsbahnen);

f) die Buschtěhrader Eisenbahn: die Strecken Klingenthal und Reitzenhain-Österr. Grenze (Eigentum der sächsischen Staatsbahnen);

2. die bayrische Staatsverwaltung: die Strecke Salzburg-Österreichische Landesgrenze (Eigentum der österreichischen Staatsbahnen), die Strecke Kufstein-Österreichische Landesgrenze (Eigentum des österreichischen Staats), die Strecke Wertheim-Badische Grenze (Eigentum der badischen Staatsbahnen), die Strecke Probstzella-Preußische Grenze (Eigentum der preußischen Staatsbahnen), die Strecke Ulm-Württembergische Grenze und Crailsheim-Württembergische Grenze (Eigentum der württembergischen Staatsbahnen), Meiningen-Bayrisch-Meiningen'sche Grenze (Eigentum des Sachsen-Meiningen'schen Staats);

3. die badischen Staatsbahnen: die Strecke Würzburg-Badische Landesgrenze (Eigentum der bayrischen Staatsbahnen);

4. die elsaß-lothringischen Eisenbahnen: die Strecke Basel-Schweizerische Grenze (Eigentum der schweizerischen Centralbahn);

5. die hessische Ludwigs-Bahn: die Strecke Aschaffenburg-Landesgrenze bei Kahl (Eigentum der bayrischen Staatsbahnen).

6. die oldenburgischen Staatsbahnen: die Strecke Neuschanz-Niederländische Grenze (Eigentum der niederländischen Staatsbahnen);

5. die preußischen Staatsbahnen: die Strecke Kamenz-Preußische Grenze (Eigentum der sächsischen Staatsbahnen), die Strecke Oderberg-Österreichische Grenze (Eigentum der österreichischen Nordbahn), die Strecke Gemünden-Preußische Grenze (Eigentum der bayrischen Staatsbahnen), die Strecke Jägerndorf-Österreichische Grenze (Eigentum der mährisch-schlesischen Centralbahn), die Strecke Halbstadt-Österreichische Grenze (Eigentum der österreichisch-ungarischen Staatseisenbahn), die Strecke Gotha-Ohrdruf (Eigentum des Herzogtum Gotha), die Strecke Venlo-Niederländische Grenze (Eigentum der niederländischen Staatsbahnen), die Strecke Zevenaar-Niederländische Grenze (Eigentum der niederländischen Rheineisenbahn);

8. die sächsischen Staatsbahnen: die Strecke Hof-Sächsische Grenze (Eigentum der bayrischen Staatsbahnen), die Strecke Reichenbach-Görlitz-Preußische Grenze (Eigentum der preußischen Staatsbahnen), die Strecke Bodenbach-Österreichische Grenze (Eigentum der österreich. Staatsbahnen), die Strecke Weipert-Österreichische Grenze (Eigentum der Buschtěhrader Bahn);

9. die württembergischen Staatsbahnen: die Strecke Nördlingen-Württembergische Grenze (Eigentum der bayrischen Staatsbahnen);

10. in den Niederlanden. Die niederländ. Rheineisenbahn: die Strecke Emmerich-Landesgrenze (Eigentum der preußischen Staatsbahnen); die Betriebsgesellschaft der niederländ. Staatsbahnen: die Strecke Gronen-Niederländische Grenze (Eigentum der preußischen Staatsbahnen); die holländische Eisenbahngesellschaft: die Strecke Cleve-Preußische Grenze (Eigentum der preußichen Staatsbahnen);

11. in der Schweiz. Schweizerische Nordostbahn: die Strecke Waldshut-Mitte Rheinbrücke (Eigentum der badischen Staatsbahnen).

Betriebsüberlassungen bezüglich Grenzbahnstrecken pflegen auf Konzessionsdauer der pachtenden Betriebsunternehmung, und zwar zumeist gegen angemessene Verzinsung des für die Pachtstrecke aufgewendeten Baukapitals zu erfolgen.

II. Es wird der Betrieb einer kleineren Bahnlinie der Verwaltung einer anschließenden Hauptbahn übertragen.

Dieser Fall tritt sehr häufig und in fast allen Ländern auf und ist speciell bei Neben- und Lokalbahnen zur Regel geworden.

Der Erklärungsgrund liegt darin, daß eine größere Verwaltung gewöhnlich in der Lage ist, den Betrieb einer Anschlußlinie billiger zu führen, als dies dem Eigentümer der letzteren selbst möglich wäre, indem das Hinzutreten einer solchen Anschlußlinie die allgemeinen Verwaltungskosten nur unwesentlich erhöht und manche andere Kosten, wie z. B. jene für Anschaffung eines besonderen Fahrparks etc. manchmal ganz in Wegfall kommen können.

Andererseits hat selbstverständlich auch die anschließende Hauptbahn ein wesentliches Interesse daran, daß ihr der Betrieb überlassen werde, nachdem der letztere gewöhnlich auch befruchtend auf den Verkehr der Hauptbahn einwirkt.

Was die Verhältnisse in den einzelnen Ländern betrifft, so haben die größeren englischen Bahnen meist eine Reihe kleinerer Bahnen in Pacht (die Great Western Railway betreibt gegen 60 Pachtbahnen; eine wenn auch kleinere Zahl von Pachtbahnen betreiben die Great Northern, Great Eastern, die London und North-Western, die Midland Railway etc.). In Belgien haben die Staatsbahnen 330 km fremder Lokalbahnen im Betrieb. In Österreich-Ungarn, in Baden, Württemberg pflegen neue Lokalbahnen, welche durch Privatgesellschaften hergestellt werden, nahezu ausnahmslos in den Staatsbetrieb überzugehen. In Österreich wird bereits bei der Konzessionierung vielfach der Vorbehalt der B. durch den Staat gemacht.

III. Der Staat übernimmt aus eisenbahnpolitischen Gründen den Betrieb von Privatbahnkomplexen in größerem Umfang, und zwar entweder für Rechnung der Eigentümer oder auf eigene Rechnung gegen Hinauszahlung einer fixen Rente an die Eigentümer (Aktionäre). Derartige B. an den Staat bilden zumeist den ersten Schritt zur Eisenbahnverstaatlichung und führen schließlich zum Erwerb der betreffenden Bahn für den Staat.

Eines der ältesten Beispiele einer solchen B. betrifft die Bergisch-Märkische Bahn (1850); in Preußen folgten noch zahlreiche weitere B. an den Staat, so z. B. jene der oberschlesischen Bahn (1856), der Rhein-Nahe-Bahn (1856), der Halle-Sorau-Guben-Bahn (1875), der Berlin-Dresdener Bahn (1877) etc. Seit der mit 1879 inaugurierten Verstaatlichungsaktion wurden die Verträge über den Erwerb von Privatbahnen gewöhnlich derart abgeschlossen, daß die B. sofort erfolgt, der Ankauf dagegen innerhalb einer gewissen Frist.

In Österreich sind seit dem Wiederauftauchen der Staatsbahnidee ebenfalls zahlreiche B. seitens der Privatbahnverwaltung an den Staat erfolgt, und zwar teils auf dem Weg gütlicher Vereinbarung, teils auf Grund des Gesetzes vom 13. Dezember 1877, welches die Regierung ermächtigt, garantierte Bahnen, welche fünf Jahre hintereinander mehr als die Hälfte des garantierten Erträgnisses in Form von staat-

lichen Vorschüssen anzusprechen genötigt sind, in Betrieb zu übernehmen.

Gütliche Vereinbarungen wegen B. wurden beispielsweise mit der Verwaltung der seither verstaatlichten Kaiserin Elisabeth-Bahn, dann mit der Prag-Duxer und Dux-Bodenbacher Bahn geschlossen; auf Grund des Gesetzes vom Jahr 1877 erfolgte die B. der Rudolf-Bahn, Vorarlbergerbahn, Albrecht-Bahn, ungarisch-galizischen Bahn, ungarischen Westbahn, Lemberg-Czernowitz-Jassy-Bahn (österreichische Linie) etc.

In den letzten Jahren wurde in Rußland eine besondere Kommission eingesetzt zur Ausarbeitung eines Plans für Übernahme insolventer Bahnen in den Staatsbetrieb und erfolgten auch in der That bereits mehrfache B. dieser Art.

Der allerjüngsten Zeit gehört die B. der rumänischen Linie der Lemberg-Czernowitz-Jassy-Bahn an den rumänischen Staat an.

Ein Beispiel der B. einer Privatbahn an einen fremden Staat ist der Übergang des Betriebs der Wilhelm-Luxemburg-Bahn (170 km) an die Generaldirektion der elsaß-lothringischen Bahnen auf Grund des Staatsvertrags zwischen dem Deutschen Reich und der luxemburgischen Regierung vom 11. Juni 1872; die B. erfolgte bis 1912.

IV. B. größerer Staatsbahnkomplexe an Privatgesellschaften kommen teils als Finanzoperationen zu Zeiten bedrängter Finanzlage des Staats, teils als ein besonderes Verwaltungssystem vor.

Eine Verpachtung der ersteren Art bildet die Mitte der Fünfzigerjahre erfolgte Überlassung des Betriebs der österreichischen Staatsbahnen an neu gebildete Gesellschaften auf 90 Jahre, und zwar nicht gegen ein jährliches Pachtgeld, sondern gegen eine in wenigen Raten rasch nacheinander fällige Zahlung eines größeren Kapitals.

Über die Bedingungen derartiger B. entscheiden nicht sachliche Erwägungen hinsichtlich der im volkswirtschaftlichen Interesse der Gesamtheit liegenden Punkte, sondern eben die momentane Finanzlage des Staats. Als Betriebssystem tritt die Betriebsüberlassung aller oder großer Hauptlinien von Staatsbahnen an Gesellschaften nur in den Niederlanden und in Italien auf. Die niederländischen Staatsbahnen sind an eine „Gesellschaft für den Betrieb der niederländischen Staatsbahnen“ auf 50 Jahre, die italienischen Staatsbahnen an drei Betriebsgesellschaften auf 60 Jahre verpachtet (s. niederländische und italienische Bahnen). Der Erfolg in den Niederlanden ist für den Staat nicht günstig und giebt man daselbst dem reinen Staats- oder Privatbahnsystem den Vorzug vor dieser B., wie dies eine französische offizielle Untersuchung des niederländischen Systems ergab.

Sollen durch eine derartige B. keine wesentlich finanziellen oder wirtschaftlichen Interessen beeinträchtigt werden, so müssen wohl folgende sehr schwer zu erfüllende Bedingungen gestellt werden:

a) ausreichende Staatskontrolle über Betrieb und Tarifwesen, über gute Instandhaltung der Bahn, Gebäude und Betriebsmittel;

b) nicht zu lange Pachttermine und Vorbehalt der Kündigung seitens des Staats innerhalb der Vertragsdauer;

c) Festsetzung des Pachtgelds in einem fixen Geldbetrag (Quote des Bruttoertrags) und Anteilnahme des Staats am Reingewinn, welchen der Pächter über einen bestimmten Minimalprozentsatz bezieht.

Litteratur: Sax, Die Eisenbahnen, Wien 1879; Wagner, Finanzwissenschaft, Leipzig 1886; Meili, Internationale Eisenbahnverträge, Hamburg 1887. Dr. Röll.

Betriebsüberlassungsvertrag, Betriebsvertrag (*Working agreement; Traité*, m., *d'exploitation*), derjenige Vertrag, durch welchen der Betrieb einer Bahnlinie von dem Eigentümer einem anderen Betriebsunternehmer (Staat, Privateisenbahngesellschaft oder Einzelperson) übertragen wird.

Ein Vertrag, bei welchem der Eigentümer eines Bahnhofs der anschließenden Bahn die Mitbenutzung oder ausschließliche Benutzung dieses Bahnhofs einräumt, pflegt Anschlußvertrag und nicht B. genannt zu werden.

Die rechtliche Natur des B. ist sehr verschiedenartig. Der B. kann sich zunächst als ein Pachtvertrag darstellen, wenn die Betriebsführung durch den Betriebsunternehmer auf seine eigene Rechnung und Gefahr gegen Bezahlung eines bestimmten Jahresbetrags an den Eigentümer erfolgt. Dieser Jahresbetrag kann entweder in einer fixen Rente (pro Bahnkilometer oder summarisch für die ganze Strecke) oder in einer bestimmten Verzinsung des Anlagekapitals bestehen. Eine Kombination von Pacht- und Gesellschaftsvertrag wird dann vorliegen, wenn der Unternehmer außer dem vereinbarten Mietzins auch noch einen gewissen Anteil des Überschusses an den Eigentümer der Bahn abzuführen verpflichtet ist.

Als reiner Gesellschaftsvertrag wird der B. dann erscheinen, wenn der Betriebsunternehmer an den Eigentümer keine bestimmte Geldsumme, sondern bloß einen vereinbarten Prozentsatz der Bruttoeinnahmen abzuliefern hat.

Der B. ist ein Werkverdingungsvertrag, wenn der Unternehmer den Betrieb (kommissionsweise) für Kosten und Rechnung des Eigentümers gegen Ersatz der Betriebskosten (Selbstkosten) und eventuell gegen eine darüber hinausgehende Vergütung für die Mühewaltung führt.

Zur Vereinfachung der Verrechnung der Ausgaben werden in diesem Fall zumeist nur die Bahnerhaltungs- und Bahnaufsichtskosten nach Maßgabe ihrer wirklichen Aufwendung verrechnet, die übrigen Betriebsauslagen der in Betrieb genommenen Bahn dagegen nach gewissen Verteilungsschlüsseln (Achs-, Zugskilometer etc.) ermittelt und verrechnet.

Es kommt auch vor, daß die Betriebsausgaben in erster Linie nach Prozenten der Bruttoeinnahmen bemessen werden, dem Betriebsunternehmer jedoch vom Bahneigentümer, eine bestimmte Minimalbetriebskostenvergütung (pro Kilometer Bahnlänge oder Pauschalsumme für die ganze Bahnlinie) garantiert wird. Diese Modalität gewinnt immer weitere Anwendung und empfiehlt sich, angesichts der Schwierigkeit, zum Teil auch Unmöglichkeit einer richtigen Bezifferung der Selbstkosten, jedenfalls mehr, als das System der lokalisierten oder nach gewissen Schlüsseln erfolgenden Verrechnung der einzelnen Ausgaben.

Vereinzelt kommt wohl auch der Fall vor, daß der Betrieb kleinerer Linien von einer größeren Anschlußbahn ohne unmittelbare Vergütung der Betriebsausgaben, eventuell gegen eine anderweitige Leistung geführt wird; so wurde z. B. auf der Strecke der pfälzischen Bahnen von Scheidt bis zur Einmündung in die Linie Saarbrücken-Sargemünd (4,63 km), der Betrieb der Direktion Köln (linksrheinisch) ohne Pachtgeld, als Gegenleistung für die Gewährung des Anschlusses der pfälzischen Bahnen an das preußische Netz bei Saarbrücken überlassen; weiters ist die Betriebsübernahme einer von einer Privatgesellschaft erbauten Verbindungsbahn von 2,1 km Länge in Belgien, ohne Pachtzahlung und Einnahmenanteil, durch die belgischen Staatsbahnen zu erwähnen.

In allen den vorbesprochenen Fällen wird der Betrieb vom Unternehmer im eigenen Namen geführt. Der Fall, daß der Eigentümer den Betrieb nicht bloß für seine Rechnung, sondern auch in seinem Namen führen läßt, kommt in der Praxis höchst selten vor und müßte ebenfalls als ein Werkverdingungsvertrag aufgefaßt werden, wofern nicht ein einfaches Vollmachtsverhältnis vorliegt.

Was die einzelnen Bestimmungen der B. anbelangt, so wird die Feststellung derselben wesentlich davon abhängen, zu welcher der obigen Arten der B. im einzelnen Falle gehört, ob es sich ferner um eine erst zu eröffnende oder um eine bereits im Betrieb stehende Eisenbahn handelt. Im allgemeinen muß bei jedem B. geregelt, bezw. festgestellt werden:

1. Der Umfang des Vertragsobjekts. Als solcher erscheint in der Regel die ganze in Frage kommende Bahnstrecke in gutem und betriebsfähigem Zustand samt allen für den regelmäßigen und sicheren Betrieb notwendigen beweglichen und unbeweglichen Einrichtungs- und Ausrüstungsgegenständen einschließlich der Fahrbetriebsmittel. Es kommt wohl auch vor, daß die letzteren von dem Betriebsunternehmer beigestellt werden, namentlich dann, wenn der Betrieb einer kleinen Strecke von einer anschließenden großen Bahnverwaltung übernommen wird; ebenso ist bei neuen Linien der Fall nicht selten, daß der Betriebsunternehmer die erste Anschaffung des Fahrparks entweder gegen eine seitens des Eigentümers zu bezahlende Pauschalsumme oder gegen Bezahlung einer vereinbarten Zins- und Amortisationsquote besorgt.

Die zum Betrieb erforderlichen Verbrauchsmaterialien werden meistens von dem Unternehmer beigestellt, bezw. soweit solche vorhanden sind von demselben abgelöst. Bei neu zu eröffnenden Linien wird dagegen der erste Vorrat vielfach von dem Eigentümer selbst beschafft.

2. Die Beistellung des Betriebspersonals. Sofern es sich um eine bereits im Betrieb stehende Bahn handelt, tritt das Personal unter Wahrung der den Bediensteten gegenüber dem Eigentümer zustehenden Rechte in die Dienste des Betriebsunternehmers; soll dagegen die Bahn erst dem Betrieb übergeben werden, so bleibt zumeist die Beistellung des erforderlichen Personals dem Betriebsunternehmer überlassen, jedoch wird in einzelnen Fällen auch die Übernahme eines Teils des beim Bau beschäftigten Personals in den Betriebsdienst seitens des Eigentümers bedungen.

3. Die gemeinsame Benutzung von Anschlußstationen und Bahnhofsanlagen. In dieser Hinsicht gilt als Regel, daß die aus Anlaß der Einmündung einer neuen Linie in der Anschlußstation erforderlichen Erweiterungsbauten, sowie Ergänzungen der Ausrüstung und Einrichtung dieser Station entweder von dem Eigentümer der neuen Linie selbst besorgt oder von dem Besitzer der Anschlußstation auf Kosten der neuen Bahn durchgeführt werden; als Entgelt für die Mitbenutzung der Anschlußstation hat der Eigentümer der neuen Linie diese Herstellungen und Anschaffungen dem Besitzer der Anschlußstation lastenfrei ins Eigentum zu übergeben. Seltener tritt der Fall ein, daß diese Ergänzungen und Herstellungen von der Verwaltung der bestehenden Hauptbahn auf eigene Kosten besorgt werden; in einem solchen Fall wird der Eigentümer der neu hinzutretenden Linie für die Mitbenutzung der Anschlußstation entweder einen festen Pachtzins oder außer einer entsprechenden Zins- und Amortisationsquote für die Investitionen auch noch einen Beitrag zu den Kosten des gesamten Stationsdienstes, und zwar zumeist nach Maßgabe der Verkehrsintensität, zu entrichten haben.

Die Bestimmungen über die Mitbenutzung von Anschlußstationen sind nur dann Gegenstand des B., wenn das bestehende Bahnunternehmen zugleich als Betriebsunternehmung für die neue Linie auftritt; im Gegenfall pflegen — wie bereits eingangs erwähnt — diesbezüglich separate Anschlußverträge abgeschlossen zu werden.

4. Die Herstellung nachträglicher Bauten und Vermehrung des Inventars. Die Kosten hierfür fallen immer dem Bahneigentümer zur Last, die Vermehrung des Fahrparks aber nur dann, wenn auch die erste Beschaffung der Betriebsmittel durch den Eigentümer der Bahn bestritten wurde.

5. Die Regelung der Tarifsätze. Dieselbe wird innerhalb der konzessionsmäßigen Grenzen dann dem Unternehmer überlassen bleiben, wenn er den Betrieb auf eigene Rechnung führt, sonst steht dem Eigentümer das Recht auf Feststellung der Tarife zu.

6. Die Haftung aus dem Betrieb. Dieselbe trifft den Unternehmer, sofern er den Betrieb im eigenen Namen führt, und zwar auch dann, wenn er den Betrieb für Rechnung des Eigentümers besorgt.

7. Die Rechnungslegung und Kontrolle. Diese hängt sehr wesentlich von dem Verhältnis ab, in welchem der Unternehmer zum Eigentümer steht; erhält letzterer einen fixen Jahrspacht oder eine feste Rente, dann wird eine gegenseitige Abrechnung nur wegen nachträglicher Herstellungen und Nachschaffungen, welche zu Lasten des Eigentümers gehen, nötig werden. Führt dagegen der Unternehmer den Betrieb für Kosten und Gefahr des Eigentümers gegen Ersatz der Selbstkosten oder gegen Überlassung eines Anteils an den Einnahmen, dann wird eine mehr oder weniger umständliche Verrechnung mit dem Eigentümer und eine eingehende Kontrolle seitens desselben nicht zu umgehen sein.

8. Die Vertragsdauer. Mit Rücksicht auf die Kompliciertheit des Betriebsunternehmens

ist es erklärlich, daß derartige B. meist auf sehr lange Dauer (vielfach auf Konzessionsdauer der zu betreibenden Bahn) abgeschlossen werden, und daß ferner eine vorzeitige Auflösung des B. gewöhnlich nur wegen Nichterfüllung der Vertragsverpflichtungen seitens des Unternehmers zugelassen wird. In jenen Ländern, in welchen der Staatsbetrieb vorherrscht, wird vielfach schon in der Konzessionsurkunde (besonders bei Lokalbahnen) der Staatsverwaltung das Recht auf Betriebsführung während der Konzessionsdauer gewährt.

B. kommen auch als internationale Verträge in Fällen vor, in welchen sich ein Staat für sich oder für eine Privatgesellschaft die Betriebsführung einer Bahn auf dem Gebiet des anderen vertragschließenden Teils zusichern läßt. Solche Verträge bedürfen der Sanktion durch die gesetzgebenden Faktoren der beteiligten Staaten.

Innenstaatliche B. pflegen, sofern der eine Kontrahent der Staat ist und der Vertrag bleibende finanzielle Verpflichtungen für denselben in sich schließt, ebenfalls häufig der Volksvertretung zur Genehmigung vorgelegt zu werden; die Notwendigkeit einer derartigen Vorlage ist insbesondere in Preußen von den Kammern wiederholt ausgesprochen worden.

Ist der Staat nicht Kontrahent, so bedürfen B. jedenfalls der Genehmigung der Regierung; es ergiebt sich dieses Erfordernis schon aus dem Wesen der Betriebskonzession, welche an eine bestimmte Person (Gesellschaft) verliehen wird und deshalb ohne Zustimmung der Regierung bezüglich der hieraus entspringenden Rechte und Pflichten nicht übertragbar ist. Die Unübertragbarkeit des Betriebsrechts ist in einzelnen Eisenbahngesetzen (so in der Schweiz, Gesetz vom 23. Dezember 1872, Artikel 10), nicht selten auch in den Konzessionsbestimmungen ausdrücklich ausgesprochen. In Deutschland und Österreich fehlen besondere Vorschriften über die Einholung der Genehmigung der B., dagegen ist der diesbezügliche Vorgang in der Schweiz eingehend geregelt und ist insbesonders festgestellt, nach welcher Richtung die Prüfung stattzufinden hat, bezw. eine Einwirkung der Bundesbehörden zulässig ist. (Bundesblatt 1885, III, 78, 99, IV, 243.) Die Genehmigung wird auf beschränkte oder auf unbeschränkte Zeit erteilt und ist auch auf Konzessionsdauer zulässig. Bei Genehmigung der B. seitens der schweizerischen Bundesbehörden wird stets der Vorbehalt gemacht, daß die den Betrieb abtretende Gesellschaft auch hinsichtlich der den Betrieb betreffenden konzessionsgemäßen und gesetzlichen Pflichten im Sinn des Eisenbahngesetzes verantwortlich bleibe.

In Frankreich steht man im allgemeinen auf dem Standpunkt, daß die Übertragung des Betriebs auf Grund eines B. die Verpflichtungen des Konzessionärs nicht aufhebe, daß daher B. auch ohne Autorisation seitens der Regierung oder des Parlaments abgeschlossen werden können; eine solche Autorisation pflegt nur dann eingeholt zu werden, wenn der Staat finanziell an der den Betrieb übergebenden oder übernehmenden Bahn interessiert ist.

In England verbietet ein Gesetz vom 4. August 1845 jede Überlassung des Betriebs einer Bahn an eine andere ohne Zustimmung des Parlaments; doch scheint dieses Verbot in der Praxis nicht berücksichtigt zu werden, indem zahlreiche B. bestehen, welche weder vom Parlament noch vom Board of Trade genehmigt sind.

In Belgien wird ebenfalls zu jedem B. die Zustimmung der Regierung erfordert; dasselbe gilt von den Niederlanden, wo insbesondere der Betriebsgesellschaft der Staatsbahnen verboten ist, ohne Autorisation des Königs den Betrieb an andere Unternehmer abzutreten oder neue Linien in Betrieb zu nehmen. Dagegen genügt in Spanien bei Abschluß von B. die vorherige Anzeige an das Ministerium.

In den Vereinigten Staaten von Amerika pflegt man in den Konzessionen die Betriebsvereinigung nur zu dem Zweck zu beschränken, um die Konkurrenz zu fördern; man gestattet daher insbesondere nicht die Übertragung des Betriebs von einer Bahn an eine Konkurrenzbahn; dagegen gestattet man beispielsweise in den Staaten New-York und Illinois durch allgemeine Gesetze den Übergang des Betriebs einer Bahn an eine andere, welche die Fortsetzung der ersteren bildet. Dr. Röll.

Betriebsüberschuß (*Net receipts*, pl.; *Produit*, m., *net*), derjenige Betrag, um welchen in einer bestimmten Rechnungsperiode die Gesamtsumme der Betriebseinnahmen einer Bahn die Summe der Betriebsausgaben übersteigt. Die Fälle, in welchen sich überhaupt kein B. ergiebt und die Betriebsrechnung mit einem Abgang schließt (s. Betriebskostenabgang) sind verhältnismäßig selten.

Die Höhe des B. ist nicht nur bei den Gesamtbahnen der verschiedenen Staaten, sondern auch bei den einzelnen Bahnen eines bestimmten Lands, und zwar ebenso in Bezug auf die absolute Höhe wie mit Bezug auf den für ein Kilometer mittlerer Bahnlänge entfallenden Betrag, außerordentlich schwankend. Die absolute Zahl ist angesichts der fortdauernden Zunahme des Verkehrs und der Entwicklung des Eisenbahnnetzes noch in der Steigerung begriffen, wenn sie auch in den letzten Jahren infolge Eröffnung mancher unproduktiven Linien und mit Rücksicht auf die anhaltende Erhöhung der Betriebsausgaben nicht mehr im Verhältnis zur Längenentwicklung steht.

Der kilometrische Betriebsüberschuß hat gegenwärtig in einer Reihe von Staaten den Höhepunkt bereits überschritten und ist zumeist in Abnahme oder doch im Stillstand begriffen.

Zwischen der Bewegung des kilometrischen B. und jener des Betriebskoefficienten läßt sich vielfach ein Zusammenhang wahrnehmen, und zwar derart, daß mit der Abnahme des Koefficienten der B. entsprechend zunimmt. Besonders auffallend ist diese Beziehung bei den französischen Bahnen. Bei diesen wies das Jahr 1855 den kleinsten Betriebskoefficienten (41,9%) und den höchsten kilometrischen B. (24 689 Mk.), das Jahr 1885 den höchsten Betriebskoefficienten (55,9%) und den kleinsten kilometrischen B. (Hauptbahnen 12 259 Mk.) aus.

In Großbritannien und Irland ist der kilometrische Überschuß bis 1883 nahezu stetig angewachsen; seither fällt derselbe, und zwar nicht unbedeutend. Für das Jahr 1860 stellt sich der B. pro Kilometer (1 Pfd. Sterl. zu 20,4 Mk. und die engl. Meile zu 1,61 km gerechnet) auf 17 706 Mk. (Betriebskoefficient 47,49%), für das Jahr 1870 auf 19 052 Mk. (Betriebskoefficient 48,17%), für das Jahr 1874

auf 20 523 Mk. (Betriebskoefficient 55,04 %), 1880 auf 22 533 Mk. (Betriebskoefficient 51,30 %), 1883 auf 22 853 Mk. (Betriebskoefficient 52,58 %); 1884 betrug derselbe nur mehr 22 371 Mk. (Betriebskoefficient 52,77 %) und 1887: 21 927 Mk. (Betriebskoefficient 52,24 %).

In Deutschland erreicht der B. pro Bahnkilometer seinen Höhepunkt im Jahr 1865, fällt dann zunächst unbedeutend, dann merklich bis 1885. Von da an bis 1887 aber ist wieder eine Zunahme zu beobachten. Während der B. im Jahr 1855 nur 9072 Mk. (Betriebskoefficient 51,08 %) betrug, steigt er 1860 bis 10 303 Mk. (Betriebskoefficient 45,98 %), 1865 sogar bis 13 750 Mk. (Betriebskoefficient 45 %), sodann fällt er 1870 bis 13 261 Mk. (Betriebskoefficient 53,10 %), 1874 beträgt der B. 13 354 Mk., 1880: 11 930 Mk. (Betriebskoefficient 53,93 %). 1884 steigt der B. wieder auf 12 282 Mk. (Betriebskoefficient 55,77 %), 1887 auf 13 373 Mk. (Betriebskoefficient 52,69 %).

In Österreich-Ungarn wächst der B. pro Bahnkilometer, der im Jahr 1865 die Höhe von 15 948 Mk. erreicht hat (Betriebskoefficient 39 %), im Jahr 1870 auf 17 328 Mk. (Betriebskoefficient 40,13 %), fällt sodann im Jahr 1872 auf 13 077 Mk. (Betriebskoefficient 49,84 %), 1873 auf 12 875 Mk. (Betriebskoefficient 50,48 %), 1880 auf 12 168 Mk. (Betriebskoefficient 47,14 %), 1884 auf 11 356 Mk. (Betriebskoefficient 48,78 %); vom Jahr 1885 (8952 Mk.) steigt der B. wieder langsam und belief sich 1887 auf 9260 Mk.

Nachstehende Tabelle weist den B. der Bahnen der meisten europäischen Länder, sowie der Bahnen der Vereinigten Staaten von Amerika für die Jahre 1885, 1886 und 1887, und zwar einerseits in absoluten Ziffern, andererseits reduziert auf das Bahnkilometer aus.

Land	Gesamtüberschuß			Überschuß pro Kilometer Betriebslänge		
	1887	1886	1885	1887	1886	1885
	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.
Belgien	60 512 443	49 224 805	53 325 552	13 024	11 137	12 076
Dänemark (Staatsb.)	1 959 243	2 143 769	2 751 689	1 291	1 414	1 815
Deutschland	505 441 394	450 527 543	423 103 948	13 373	12 207	11 676
Frankreich:						
Chemins de fer d'intérêt général	399 886 703	378 933 203	376 314 233	12 716	12 344	12 259
Chemins de fer d'intérêt local	961 142	—	822 753	464	—	476
Großbritannien und Irland	691 154 244	674 703 602	668 463 467	21 927	21 677	21 659
Italien	63 729 744	58 442 506	49 224 045	5 497	5 337	4 707
Niederlande (Vereinsbahnen)	19 934 849	18 527 600	18 354 092	7 808	7 462	7 827
Österreich-Ungarn	218 944 916	216 053 304	191 879 640	9 260	9 482	8 952
Rußland	350 086 634	270 027 403	299 605 141	13 306	10 297	13 586
Schweden	—	15 848 963	18 286 230	—	2 270	2 661
Schweiz	29 307 592	27 446 583	27 327 829	9 941	9 422	9 415
Spanien	57 454 107	81 995 755	69 675 021	6 195	9 112	8 322
Vereinigte Staaten von Amerika	1 566 201 384	1 375 461 366	1 208 362 322	6 573	6 390	5 876

Was den höchsten Überschuß der einzelnen Bahnen der verschiedenen Länder im Jahr 1887 betrifft, so entfällt der höchste B. pro Bahnkilometer in Großbritannien und Irland auf die Metropolitan mit 158 195 Mk., auf die Metropolitan Distrikt mit 139 335 Mk., von größeren Bahnen auf die Manchester-Sheffield and Lincolnshire mit 41 523 Mk.; von den Bahnen Rußlands ergaben 1886 den höchsten B. pro Kilometer die Strecke Petersburg-Moskau der Nicolaibahn mit 60 126 Mk.; ferner die Moskau-Rjäsan Eisenbahn mit 47 638 Mk.; in den übrigen Staaten weisen im Jahr 1887 den größten kilometrischen B. aus, und zwar: in Deutschland die Main-Neckar-Bahn mit 25 713 Mk., die elsaß-lothringischen Bahnen mit 15 755 Mk., die preußischen Staatsbahnen mit 15 549 Mk., in Österreich-Ungarn die Aussig-Teplitzer Eisenbahn mit 47 157 Mk., die Kaiser Ferdinands-Nordbahn mit 28 737 Mk.; in Frankreich die Nordbahn mit 20 472 Mk., die Eisenbahn Paris-Lyon-Méditerranée mit 17 520 Mk.; in Belgien die Nord-Belge mit 35 876 Mk. und die Staatsbahnen mit 34 428 Mk.; in Italien die Bahn Santhià Biella mit 9615 Mk. und das Netz der Mediterranea mit 7370 Mk.; in der Schweiz die Gotthardbahn mit 19 043 Mk. und die Centralbahn mit 15 126 Mk.; in den Niederlanden (Vereinsstatistik) die niederländische Rhein-Eisenbahn mit 17 448 Mk.

Im allgemeinen kann man weder aus der absoluten Höhe des Gesamtüberschusses noch aus jener des B. pro Bahnkilometer einen verläßlichen Schluß auf die Rentabilität eines Unternehmens ziehen. Behufs eines solchen Schlusses muß vielmehr der B. dem Anlagekapital gegenübergestellt und ermittelt werden, welches prozentuelle Verhältnis zwischen B. und Anlagekapital besteht.

Der B. betrug in Prozenten des verwendeten Anlagekapitals in

Deutschland: 1865 7 %, 1875 5,1 %, 1880 4,44 %, 1887 5,17 %;

in Österreich-Ungarn: 1865 6,7 %, 1875 3,9 %, 1880 3,70 %, 1887 3,06 %;

in Großbritannien und Irland: 1860 4,19 %, 1865 4,11 %, 1870 4,41 %, 1875 4,45 %, 1880 4,38 %, 1887 4 %;

in Belgien (Staatsbahnen): 1840 2,85%, 1850 3,45%, 1860 7,33%, 1870 6,95%, 1880 4,28%, 1887 4,48%;

in Frankreich: 1860 4,87%, 1870 3,93%, 1880 4,67%, 1887 3,69%;

in der Schweiz: 1865 3,6%, 1873 5,2%, 1887 3,49%;

in Italien: 1865 2,1%, 1875 2,4%, 1887 2,62%;

in Schweden (Staatsbahnen): 1858 0,09%, 1860 1,20%, 1870 3,47%, 1873 4,83%, 1880 3,42%, 1883 3,65%, 1885 3,07%, 1887 2,16%.

in Norwegen: 1855 1,82%, 1859 4,15%, 1870 2,45%, 1880/81 1,50%, 1886/87 1,52%.

Der B. wird im allgemeinen zunächst zur Verzinsung und Tilgung der Prioritätsobligationen und schwebenden Schulden verwendet, ferner zur Deckung etwaiger Verluste beim Betrieb von fremden Bahnen, Bergwerken, industriellen Unternehmungen, Dampfschiffverbindungen u. dgl., zur Zahlung von Ertragsteuern, Dividenden und etwaigen Superdividenden an die Aktionäre, dann von Tantièmen, zur Dotierung von Erneuerungs- und Reservefonds u. dgl. Soweit der B. eines Jahrs nicht voll aufgebraucht wird, kommt derselbe als Vortrag in die Betriebsrechnung des folgenden Jahrs.

Dr. Röll.

Betriebsunfälle (*Railway accidents*, pl.; *Accidents*, m. pl., *d'exploitation*) sind die bei der Bewegung der Maschinen, Fahrzeuge und Züge vorkommenden außergewöhnlichen Ereignisse, durch welche eine Beschädigung von Personen oder Sachen oder die unmittelbare Gefahr einer solchen herbeigeführt wird.

Unfälle, welche in Werkstätten, Güter- und Verkehrsräumen, bei Eisenbahnbauten, Erhaltungsarbeiten etc. vorkommen und mit dem Betrieb in keinem kausalen Zusammenhang stehen, sind keine B. im obigen Sinn.

Die B. lassen sich nach der Entstehungsursache in folgende Hauptgruppen einteilen:

1. B. infolge atmosphärischer Einflüsse, als Blitz, Erdbeben, Sturm, Nebel, Wolkenbrüche, Lawinen- und Bergstürze, Felsabrutschungen, Überflutungen etc.

2. B. infolge böswilliger oder mutwilliger Handlungen dritter Personen, dann B., welche im Kriegsfall von Feindeshand hervorgerufen werden.

3. B. infolge mangelhaften Zustands der Fahrbahn, der Bauwerke, Betriebsmittel und Vorrichtungen (Entgleisung infolge Schadhaftigkeit des Oberbaues, Hindernisse auf dem Bahnkörper, Kessel- und Röhrenexplosionen, Heißlaufen von Wagen, Achs-, Reifen-, Federn-, Kuppelungs- und Schienenbrüche, Zugstrennungen u. s. w.).

4. B. infolge von Mängeln in der Betriebsführung, also ungenaue oder falsche Stellung der Weichen oder sonstiger beweglicher Vorrichtungen, unrichtige Handhabung des Zugsdienstes, falsche Dispositionen des Stationspersonals, mangelhafte Signalisierung oder Nichtbeachtung der Signale, zu schnelles Einfahren in Bahnhöfe, unvorsichtiges Rangieren oder falsche Aufstellung von Fahrzeugen, unzeitige Ingangsetzung stehender Fahrzeuge, mangelhafter und nicht rechtzeitiger Schluß der Barrieren an Niveauübergängen.

5. B. durch Überfahren infolge eigenen Verschuldens oder mangels der nötigen Vorsicht.

Was die erstangegebene Gruppe der Ursachen der B. betrifft, so wurde früher vielfach die Blitzgefahr für die fahrenden Züge wegen der in denselben enthaltenen Metallmassen gefürchtet. Bis jetzt sind jedoch nur ganz vereinzelte Fälle, in denen ein Betriebsunfall durch Blitz herbeigeführt worden ist, bekannt geworden; von einer amerikanischen, der Shenandoah-Valley-Bahn, wird berichtet, daß ein Blitzschlag die Lokomotive eines auf der Station Milnes haltenden Güterzugs getroffen, den Führer und Feuermann verletzt, sowie die Lokomotive beschädigt habe. Über einen anderen Fall, in welchem der Blitz in einen Personenzug der Cleveland and Wheeling-Bahn (Ohio) am 27. März 1878 einschlug, dem Lokomotivführer leichte Verletzungen beibrachte und bei den Passagieren eine heftige Erschütterung hervorrief, s. Engineer 1878. Durch die Erdbeben, welche am 28./29. August und im September 1886 einen Teil von Amerika heimsuchten, wurden vielfache Zerstörungen an Bahnanlagen und dadurch Entgleisungen von auf der Fahrt befindlichen Zügen verursacht. Durch die Erdbeben in Italien im Jahr 1887 wurden zwar vielfache bauliche Schäden an den Bahnanlagen veranlaßt, erheblichere B. sind indessen, soweit bekannt geworden, dadurch nicht hervorgerufen worden. Durch heftigen Sturmwind sind schon mehrfach einzelne Wagen in fahrenden Zügen umgeworfen worden. So hat am 7. Dezember 1868 ein orkanartiger Sturm in Görlitz einen Güterzug dicht hinter der Maschine ergriffen und den Packwagen mit fünf folgenden leeren Güterwagen umgeworfen, die beladenen aber nicht gestört. Am 10. Dezember 1884 wurden drei Personenwagen in einem von Wien nach Aspang fahrenden Zug durch Sturm umgeworfen und fielen die Böschung eines 5 m hohen Damms hinab. Am 23. Juni 1886 wurden ferner auf der Strecke Birsula-Elisabetgrad der russischen Südwestbahn 18 leere Wagen eines Güterzugs durch die Einwirkung eines heftigen Sturmwinds auf einem etwa 1 m hohen Damm umgeworfen. Am 17. Februar 1887 entgleisten in Colorado nicht weniger als vier Züge infolge heftiger Stürme (drei Personenzüge und ein Güterzug). Infolge heftigen Sturmwinds (Bora) wurden am 5. Januar 1889 bei Fiume von einem aus 16 Wagen bestehenden Lastzug acht Waggons losgerissen und vom hohen Damm herabgeschleudert. Auch die Zahl der B., welche durch Böswilligkeit hervorgerufen worden, ist nicht groß; noch seltener sind mutwillige Beschädigungen oder Fahrtbehinderungen auf der Linie und werden dieselben übrigens erfahrungsmäßig zumeist so ausgeführt, daß sie ihren Zweck verfehlen.

Viel zahlreicher, als die durch die unter 1. und 2. bezeichneten Ursachen hervorgerufenen Unfälle sind diejenigen, welche durch Mängel in der Betriebsführung herbeigeführt werden.

Was die Formen der Unfälle betrifft, so sind Entgleisungen und Zusammenstöße zahlreicher als die B. anderer Art, und häufig von schweren Folgen (Tötungen und Verletzungen von Menschen, Zerstörung von Fahrmaterial) begleitet.

Die absolute Zahl der B. ist zwar mit Rücksicht auf die fortschreitende Entwicklung des

Verkehrs und der Längenausdehnung der Eisenbahnen in Zunahme begriffen, wogegen erfahrungsmäßig in demselben Maß, als die im Interesse der Betriebssicherheit getroffenen Maßnahmen sich mehren und vervollkommnen, das Verhältnis der B. zur Zahl der mit der Eisenbahn fahrenden Personen sich wesentlich günstiger gestaltet. Dies gilt namentlich von England, wo sich trotz der größeren Schnelligkeit der Züge im Vergleich zu den kontinentalen, hauptsächlich infolge allgemeiner Einführung durchgehender Bremsen und Blockeinrichtungen, die Zahl der Unfälle außerordentlich verringerte (die Zahl der Unfälle ist in England von 2026 im Jahr 1885 auf 1916 im Jahr 1886 und auf 1674 im Jahr 1887 gesunken).

Was die Statistik der B. anbelangt, so muß bemerkt werden, daß die bezüglichen veröffentlichten Nachweisungen — wenn man etwa von Entgleisungen und Zusammenstößen absieht — eine Ausscheidung der B. von den sonstigen, beim Eisenbahnwesen sich ereignenden Unfällen nicht ermöglichen. Siehe daher diesbezüglich, sowie wegen der bei B. vorkommenden körperlichen Verletzungen und Tötungen den Artikel Unfallstatistik.

Über jene B., bei denen eine Tötung oder Verletzung von Personen oder eine bedeutende Beschädigung von Fahrzeugen stattgefunden, ist in fast allen Staaten entsprechende Meldung an die bezügliche Eisenbahnaufsichtsbehörde zu erstatten.

Bei der preußischen Staatseisenbahnverwaltung hat die Anzeige von einem stattgehabten Unfall auf telegraphischem Weg von der der Unfallsstelle nächstgelegenen Station an den Minister der öffentlichen Arbeiten und an das Reichseisenbahnamt zu erfolgen und ist nebstbei die zuständige Gerichts- und Polizeibehörde entsprechend zu verständigen.

In Österreich besteht gleichfalls die Anzeigepflicht an die oberste Eisenbahnaufsichtsbehörde (Handelsministerium, bezw. Generalinspektion der Eisenbahnen), und zwar bei Unfällen, bei welchen eine Verletzung des Dienstpersonals oder anderer Personen stattfand, oder wenn ein Unfall von der Art ist, daß er die öffentliche Aufmerksamkeit oder die Beachtung des verkehrenden Publikums im erhöhten Maß erregt. Die Anzeige hat gleichfalls unverzüglich und auf telegraphischem Weg zu erfolgen (Handelsministerialerlaß vom 1. März 1852) und ist auch an die zuständige Gerichts- und Polizeibehörde Mitteilung zu machen.

In der Schweiz muß bei Entgleisungen auf offener Bahn, beim Zusammenstoß von Eisenbahnzügen und bei solchen Unfällen anderer Art, welche mit Verletzung von Personen oder wesentlichen Beschädigungen der Bahnanlagen oder des Betriebsmaterials verbunden sind, die telegraphische Mitteilung an das Eisenbahndepartement, an den zur speciellen Aufsicht über die betreffende Bahnstrecke bestellten Kontrollingenieur und endlich an die kantonale Polizeibehörde erfolgen. (Kreisschreiben des Bundesrats vom 5. November 1886.)

In Frankreich ist die Anzeige zunächst an die *Commissaires de surveillance* zu erstatten, welche sodann den Präfekten und Minister der öffentlichen Arbeiten zu verständigen haben. (Artikel 59, Ordonnance vom 15. November 1846; ergänzt durch eine Ministerialverordnung vom 15. Oktober 1864, bezw. 21. Juni 1886.)

Die B. der italienischen Bahnen sind an den Minister der öffentlichen Arbeiten zur Anzeige zu bringen.

In England haben die Bahnen jeden Unfall dem Board of Trade in vorgeschriebener Form sofort zu melden. Bei ernsteren Unfällen darf das Board of Trade juristische Beistände dem von ihm abgesandten Inspektor beigeben, um eine formelle Untersuchung in der Weise eines Gerichtshofs zu veranlassen.

Nach erfolgter Anzeige entsendet in fast allen Ländern die betreffende Aufsichtsbehörde eine Kommission zur Untersuchung der Ursache des Unfalls und zur Ermittlung der Schuldtragenden, welche auch strafgerichtlich verfolgt werden, für den Fall, als durch den Unfall Personen verletzt oder getötet, bezw. in Gefahr gebracht wurden.

Über die Vorkehrungen zur Verhütung von B. siehe Betriebssicherheit, über die Art und Höhe der Entschädigung im Fall der Tötung oder Verletzung von Personen siehe Haftpflicht.

Als die bedeutendsten bis Ende 1889 beim Eisenbahnbetrieb vorgekommenen Unfälle, bei denen eine größere Zahl von Personen getötet oder verletzt wurde, sind die nachstehenden anzuführen:

Jahr	Monat und Tag	Zahl der getöteten Personen	Zahl der verletzten Personen	Ort des Unfalls	Ursache des Unfalls
1842	8. Mai	40	40	Bellevue bei Versailles (Frankreich)	Entgleisung und Feuer im Zug
1846	8. Juli	14	30	Fampoux (Frankreich)	Entgleisung, Reißen der Kupplung
1852	6. Mai	46	30	Norwalk (Connecticut, Vereinigte Staaten)	Offen gelassene Drehbrücke
1854	24. Okt.	40	—	Canada (Great Western-Bahn)	
1855	9. Sept.	9	20	Vaugirard (Frankreich)	Zusammenstoß durch falsche Weichenstellung
1855	21. Okt.	16	7	Moret (Frankreich)	Zusammenstoß
1856	17. Juli	62	100	North Pennsylvania-Bahn (Vereinigte Staaten)	
1857	17. März	60	—	Canada (Great Western-Bahn)	
1857	28. Juni	11	100	Lewisham (England)	

Jahr	Monat und Tag	Zahl der getöteten Personen	Zahl der verletzten Personen	Ort des Unfalls	Ursache des Unfalls
1859	27. Jan.	30	40	Süd-Michigan-Bahn (Vereinigte Staaten)	Entgleisung infolge einer ausgewaschenen Stelle
1859	2. Aug.	13	—	Albany, Vermont and Kentucky-Bahn (Ver. Staaten)	
1859	31. Dez.	14	—	Columbia (Nordamerika)	
1861	25. Aug.	23	100	Clayton-Tunnel (England)	
1862	15. Juli	50	60	Port Jervis (Ver. Staaten)	
1862	13. Okt.	15	60	Winchburg (Schottland)	
1865	6. Juli	3	75	Rognac (Frankreich)	Zusammenstoß
1867	11. Dez.	15	—	Hanlan Bridge (Ver. Staaten)	
1867	18. Dez.	40	—	Angola (Ver. Staaten)	Feuer im Zug
1868	14. April	20	60	Port Jervis (Ver. Staaten)	
1868	20. Aug.	38	—	Abergele (Nordwales)	Feuer im Zug
1868	20. Aug.	21	60	Hoŕowitz in Böhmen (Österreich, böhm. Westbahn)	Zusammenstoß
1869	14. Juli	10	—	Mast Hope (Erie-Bahn in Amerika)	Verbrennen
1870		3	20	Zwischen Breslau und Glogau	
1870	20. Febr.	30	—	Hudson River-Eisenbahn (Am.)	Vorbeifahren an einem brennenden Petroleumzug
1871		19	56	Berlin-Anhalt	Entgleisung
1871	5. Febr.	70	70	Bei Bandol (Frankreich)	Pulverexplosion
1871	6. Febr.	51	—	Zwischen Marseille und Nizza (Frankreich)	Zusammenstoß und Pulverexplosion
1871	22. März	30	80	Bei Colombier (Schweiz)	Falsche Weichenstellung
1871	Juni	18	50	Newark (England)	Achsbruch, Entgleisung und Zusammenstoß
1871	3. Juli	15	20	Harpeth River (Ver. Staaten)	
1871	26. Aug.	30	50	Revere in der Nähe von Boston (Vereinigte Staaten)	Achsbruch Zusammenstoß
1871	16. Sept.	11	18	Bei Champigny (Frankreich)	
1872	6. Febr.	22	—	New-Hamburg (Ver. Staaten)	Brand eines Ölzugs
1872	24. Dez.	19	—	Norwich (England)	Herabfallen eines Zugs in die Schlucht
1874	10. Sept.	40	70	Shipton (England)	Zusammenstoß
1874	20. Okt.	34	—	Cherwell-Fluß (England)	Entgleisung und Fallen des Zugs in den Fluß
1875	21. Jan.	13	—	Great Northern-Bahn (Engl.)	Zusammenstoß
1875	4. Nov.	8	9	Schwarzenau (Österreich)	Entgleisuug
1876	26. Sept.	25	—	Black Lick (Ver. Staaten)	
1876	30. Okt.	9	33	Lehigh-Delaware Lockawana- und West-Eisenbahn (Am.)	Zusammenstoß
1876	17. Dez.	9	14	Châtillon (Frankreich)	Zusammenstoß
1876	26. Dez.	80	—	Ashtabula (Ohio, Ver. Staaten)	
1879	15. Aug.	10	52	Bei Flers (franz. Westbahn)	Zusammenstoß
1879	20. Dez.	90	—	Tay-Brücke (Schottland)	Brückeneinsturz
1880	3. Febr.	13	44	Clichy-Levallois (franz. Westb.)	Zusammenstoß
1881	1. März	40	—	Macou (Missouri)	Zusammenstoß
1881	24. Juni	214	—	Mexikanische Morelos-Bahn (Amerika)	Brückeneinsturz und Entzünden von Spiritus
1881	5. Sept.	21	81	Charenton (Frankreich)	Zusammenstoß
1882	3. Sept.	68	225	Hugstetten (Baden)	Entgleisung
1882	23. Sept.	26	18	Essegg (Österreich, Alföld-Fiumaner-Bahn)	Brückeneinsturz
1883	2. Sept.	39	20	Steglitz bei Berlin	Überfahren bei einem Niveauübergang
1885	25. Jan.	12	28	Neusüdwales (Australien)	Einbruch eines Viadukts infolge heftiger Regengüsse
1886	10. März	6	47	Monte Carlo (Frankreich)	Zusammenstoß
1886	7. April	80	55	Bei Deerfield (Nordamerika)	Felssturz
1886	1. Juli	14	30	Bei Würzburg (Bayern)	Zusammenstoß
1886	Sept.	14	19	Bei Silver Creek der New-York-Chicago und St. Louis-Bahn (Amerika)	Zusammenstoß
1886	28. Okt.	17	—	Bei Chicago (Amerika)	

Jahr	Monat und Tag	Zahl der getöteten Personen	Zahl der verletzten Personen	Ort des Unfalls	Ursache des Unfalls
1887	4. Jan.	—	22	Baltimore und Ohio-Bahn (Am.)	Zusammenstoß
1887	2. Febr.	32	44	White River (Central-Vermont-Bahn, Amerika)	Entgleisung infolge Achsbruch und Sturz über die Brücke.
1887	14. März	26	115	Bei Forest Hills (Nordamerika)	Brückeneinsturz
1887	15. Juli	14	100	St. Thomas (Canada)	Zusammenst., Petroleumbrand
1887	10. Aug.	85	250	Zwischen Chatsworth u. Piper City auf der Toledo-Peoria-u. Western-Eisenbahn	Entgleisung auf einer beschädigten Brücke
1887	16. Sept.	23	70	Bei Doncaster der Great Northern-Bahn (England)	Zusammenstoß
1887	Dez.	über 100	über 100	Bei Sumner (Californien, Nordamerika) der südl. Pacificbahn	Zugtrennung und Sturz über einen Damm
1888	13. Mai	11	27	Bei Galitsyns (Rußland) der Moskau-Kursk-Eisenbahn	Zugtrennung u. Zusammenstoß
1888	14. Aug.	1	33	New-York-Lake-Erie- und Western-Bahn	Entgleisung
1888	10. Okt.	70	—	Bei Mud Run der Lehigh Valley-Bahn (Nordamerika)	Zusammenstoß
1888	29. Okt	22	36	Bei Borki (Rußland)	Entgleisung
1888		25	40	Savannah (New-York)	Einsturz der Brücke über den Fluß Hurricane
1889	27. Febr.	12	26	Grand Trunk-Eisenbahn bei St. George	Durchfall durch eine Brücke, Bruch eines Radreifens
1889	28. April	20	12	Junction-Station bei Hamilton (Amerika)	Entgleisung
1889	12. Juni	75 Kinder	—	Armagh (Irland)	Zugtrennung u. Zusammenstoß (Ausflug von Schulkindern)
1889	7. Juli	9	10	Röhrmoos (Bayern)	Zusammenstoß
1889	2. Febr.	16	42	Groenendael (Belgien)	Einsturz einer eisernen Viaduktbrücke
1889	4. Okt.	7	50	Vaihingen (Württemberg)	Zusammenstoß

Betriebsunternehmer, die den Betrieb einer Bahn im eigenen Namen führende Einzelperson, Privatgesellschaft, Korporation oder Staatsverwaltung.

B. ist entweder der Eigentümer der Bahn selbst oder derjenige, welchem vom Eigentümer mit Zustimmung der Staatsbehörde die Führung des Betriebs vertragsmäßig überlassen ist.

Der B., welcher nicht Eigentümer der Bahn ist, besorgt den Betrieb entweder auf eigene Rechnung oder kommissionsweise, d. i. derart, daß der Unternehmer zur Ausübung des Betriebs wohl im eigenen Namen aber auf Rechnung des Eigentümers ermächtigt wird (s. Betriebsüberlassung und Betriebsüberlassungsvertrag). Wo immer Verwaltung und Betrieb von dem Eigentümer der Eisenbahn an einen andern zur Ausübung im eigenen Namen abgegeben worden ist, trifft den B. die ganze verwaltungsrechtliche Verantwortlichkeit und civilrechtliche Haftbarkeit aus dem Betrieb.

Es hat daher vor allem gegenüber der Staatsverwaltung wegen Erfüllung der gesetz- und konzessionsmäßigen Verpflichtungen der B. einzustehen, welchem auch dadurch, daß er den Betrieb für fremde Rechnung ausübt, nach außen hin keine andere Stellung erwächst, als sie der Eigentümer der Bahn hat, wenn er selbst den Betrieb führt.

Aber auch dritte Personen, welchen gegenüber der Bahn aus dem Betrieb ein Rechtsanspruch zusteht, können sich an den B. halten; dies gilt insbesondere von Ansprüchen aus dem Transportgeschäft, sowie von solchen wegen körperlicher Verletzungen und Tötungen beim Betrieb. Für den Fall, als der B. den Betrieb auf Rechnung des Eigentümers führt, wird ihm unter Umständen der Regreßanspruch gegen den Eigentümer wegen der bezahlten Entschädigungen vorbehalten bleiben.

Dritten Personen kann es übrigens kaum benommen werden, wegen derartiger Ansprüche neben dem B. nach Wahl auch den Eigentümer zu belangen (Vgl. Endemann, Das Recht der Eisenbahnen, Leipzig 1885, Bd. II, S. 404 u. 497). Dr. Röll.

Betriebsverpachtung, s. Betriebsüberlassung.

Betriebsvertrag, s. Betriebsüberlassungsvertrag.

Betriebsverwaltung, in Deutschland übliche Kumulativbezeichnung für die obersten Verwaltungsstellen bei Staats- und Privatbahnen (Direktion, Generaldirektion, Direktorium, Betriebsdirektion, Vorstand, Verwaltungsrat u. dgl.).

In Österreich bezeichnet man mit B. insbesondere die vom Staat eingesetzte Stelle für die Verwaltung der auf Grund des Sequestrationsgesetzes in Staatsbetrieb genommenen Bahnen.

Mitunter wird unter B. auch die Betriebsleitung einer einzelnen Strecke eines Bahnunternehmens verstanden (so z. B. bei den

Bachstein'schen Sekundärbahnen, der Feldabahn u. s. w.). In einem anderen Sinn ist B. die auf die Leitung der Verwaltung gerichtete Thätigkeit und spricht man daher insbesondere bei Staatsbahnen von Angelegenheiten, welche in Bezug auf die B. einerseits den Ministerien, andererseits den Staatseisenbahndirektionen vorbehalten sind (s. Preußische Staatsbahnen).

Betriebsvorauslagen, die für die Einleitung des Betriebs auf einer zur Eröffnung kommenden Bahn nötigen Auslagen für Personal, Miete von Lokalitäten, Eröffnungsspesen, Anschaffung von Verbrauchsmaterialien für die erste Betriebsperiode u. dgl.

Die B. werden zumeist aus dem Baukapital bestritten und bilden die hiefür aufgewendeten Beträge einen Bestandteil des Betriebskapitals.

Betriebsvorrichtungen, im Gegensatz zu den Betriebsmitteln (s. d.), jene mechanischen Vorrichtungen, welche beim Betrieb notwendig sind, um die Fahrzeuge aus einem Gleis in ein anderes zu führen, um Fahrzeuge und sonstige Lasten zu heben und zu verwiegen, die Maschinen zu speisen u. dgl. Im einzelnen gehören zu den Betriebsvorrichtungen:

1. Weichen, Kreuzungen und Herzstücke;
2. Schiebebühnen mit Gruben- und mit Flachkonstruktion;
3. Drehscheiben, Drehbrücken und Drehweichen;
4. Wasserstationen nebst Brunnen, Pumpwerken, Wasserbehältern, Röhrenleitungen, Vorwärmapparaten und Wasserkränen;
5. Brücken- und Decimalwagen;
6. Kräne und Winden;
7. Hydraulische Hebewerke;
8. Ladmaße und Ladprofile;
9. Sperr- und Hemmvorrichtungen zum Feststellen der Wagen.

Im weiteren Sinn sind hierher auch noch zu rechnen:

10. Signalvorrichtungen;
11. Bahntelegraphen;
12. Barrieren, Haltpfähle, Neigungszeiger;
13. Einfriedigung der Bahn und
14. Schneeschutzvorkehrungen.

Hinsichtlich der einzelnen Betriebsvorrichtungen s. die speciellen Artikel über dieselben.

Dr. M. Haushofer.

Betriebswerkmeister, Werkmeister, Maschinenmeister, Heizhausleiter, Depotchef, Vorsteher des Zugförderungs- (Betriebsmaschinen-) Dienstes auf Stationen, wo eine größere Zahl von Lokomotiven stationiert ist und sich zumeist auch eine kleinere Reparaturwerkstätte, sowie mechanische Anlagen befinden; in solchen Stationen wäre der Stationsvorsteher nicht im stande den Geschäften des Maschinendienstes nachzukommen, und erscheint es daher nötig, einen eigenen maschinentechnisch gebildeten Beamten als Vorstand des Betriebsmaschinendienstes zu bestellen; demselben sind untergeordnet die Lokomotivführer, Heizer, Wärter der mechanischen Anlagen, Vorarbeiter, Putzer, Arbeiter.

Der B. beaufsichtigt und unterhält die Betriebsmittel seines Bezirks (Lokomotiven und Wagen), die mechanischen Anlagen (Drehscheiben, Schiebebühnen, Kräne, Wasserstationen etc.); er regelt den Lokomotivdienst und hat für die rechtzeitige Gestellung der erforderlichen Lokomotiven in betriebsfähigen Zustand zu sorgen; er hat ferner Vormerkungen über die Leistungen der ihm unterstellten Lokomotiven zu führen und zu veranlassen, daß Lokomotiven, Dampfkessel, Wagen den vorgeschriebenen periodischen Revisionen und Proben unterzogen werden. Er beaufsichtigt das Lokomotivpersonal, er revidiert die Dienstbücher desselben, kontrolliert und verrechnet den Verbrauch der Materialien und führt die Verwaltung der Lokomotiv- und Heizhausinventarien. Bei Unfällen hat der B. mit Arbeitern und Werkzeugen Hilfe zu leisten.

Dr. Röll.

Betriebswerkstätten, Heizhauswerkstätten, diejenigen Werkstätten, in welchen nur laufende Reparaturen an Lokomotiven und Wagen ausgeführt werden.

Bettung (*Ballasting of the sleepers; Ballastage*, m., *d'un chemin de fer*) wird jene aus Kies, kleingeschlagenen Steinen u. dgl. gebildete Schichte genannt, welche auf der Krone der Dämme, sowie über den Einschnittsohlen zur Aufnahme der Schienenunterlagen, insbesondere der Schwellen, hergestellt wird. Sie bildet einen Teil des sogenannten Oberbaues und hat den Zweck, Grund- und Tagwasser, welches sich in der Umgebung der Unterlagen sammeln würde, abzuleiten und außerdem eine möglichst gute Verteilung der durch die Schienen vermittelten Belastung über den eigentlichen Erdkörper (den Unterbau) zu bewerkstelligen.

Der Bettungskörper ist unentbehrlich, weil die Massen, aus welchen die Dämme hergestellt werden, und die Bodenschichten, welche die Sohle der Einschnitte bilden, selten die zur sicheren Lagerung der Gleise erforderliche Beschaffenheit haben. Dieselben werden nämlich bei Wasserzutritt häufig schlüpfrig, es vermindert sich die Reibung zwischen ihnen und den Unterlagen und diese sinken ein; auch treten, weil das eindringende Wasser nicht schnell genug absickern kann, bei Frost und dann wieder beim Auftauen des gefrorenen Bodens bedenkliche Lageveränderungen der Gleisstränge ein und die Holzschwellen verfallen unter solchen Umständen leicht der Fäulnis.

Schon bei den ältesten englischen Spurbahnen, welche zwischen Kohlengruben und der Küste zur Ausführung kamen, bettete man die Bohlenbahn gewöhnlich in Schlacken. Als im Jahr 1797 zum erstenmal Steinquader als Schienenunterlagen verwendet wurden, glaubte man von einer besonderen Bettung absehen zu können; die Erfahrung lehrte jedoch, daß die auch auf ganz festem Boden verlegten Quader nur zu häufig einseitige Senkungen erlitten, in deren Gefolge gefährliche Verdrückungen der Gleise eintraten, und ähnliches beobachtete man auf der Liverpool-Manchester-Bahn, obgleich Stephenson dortselbst die steinernen Unterlagen auf kleinen Trockenmauern hatte festrammen lassen. Bis Ende der Dreißigerjahre scheinen auch die amerikanischen Bahnen ohne Bettungskörper ausgeführt worden zu sein, wie aus einem Geschäftsbericht der im Jahr 1835 eröffneten Boston-Providence-Bahn geschlossen werden kann, in welchem hervorgehoben wird, daß man das bis 1837 befolgte System, die Bahnschwellen einfach in den natürlichen Grund und Boden zu legen, aufgegeben und ein Kies- oder Schotterbett eingeführt habe, weil die Gleise „vom Boden nicht gehörig unterstützt wurden und sich fortwährend schlangenartig krümmten“.

Bei den älteren Oberbauformen unterschied man zwei verschiedene Arten der B., die amerikanische (Kofferbettung) und die englische B. Bei ersterer wurden Dämme und Einschnitte bis zur Höhe der Schwellenoberfläche hergestellt und nur ein Raum, der sogenannte Koffer, wenig breiter wie die Schwellen und entsprechend tief ausgesparrt, bezw. ausgegraben; derselbe wurde mit Kies u. dgl. gefüllt und die Schwellen eingebettet (Fig. 172). Um das auf der Sohle des Koffers sich sammelnde Wasser wegzuführen, erhielt dieselbe der Länge nach Gefälle und Gegengefälle und in mäßigen Abständen voneinander wurden Sickergräben querüber angelegt, welche das eingedrungene Wasser dem Graben zuführen oder auf die Böschung bringen sollten. Da die Längengefälle bei der geringen Tiefe des Bettungsraums nur sehr schwach sein konnten, überdies infolge Setzens der Dämme nur zu leicht verloren gingen, auch die von ihnen abzweigenden Sickerdohlen bald verschlammten, so konnte eine genügende Entwässerung bei dieser amerikanischen Anordnung nicht erzielt werden, und es waren ungleiche Senkungen des Gleises infolge Erweichung der Sohle, wie Hebungen bei Frostwetter, unvermeidlich. Man hat sich deshalb auch überall veranlaßt gesehen, die englische B. (Fig. 173) zur Ausführung zu bringen. Sie unterscheidet sich von der anderen hauptsächlich dadurch, daß der Bettungskörper als selbständige Schichte nach beiden Seiten hin vollkommen freiliegend hergestellt wird, während die Krone der Dämme und die Sohle der Einschnitte durchaus Querneigungen (4—6%), meist von der Mitte aus nach beiden Seiten hin, wie in der Figur, oder auch eine Wölbung erhalten. Das die Bettungsschichte durchsickernde Niederschlagswasser wird so viel sicherer auf dem kürzesten Weg abgeleitet, wenn es sich nicht etwa im Unterbau selbst verliert, falls derselbe nämlich an sich wasserdurchlässig ist, oder (wie manchmal in Felseinschnitten) von Spalten durchzogen wird. Freilich ist auch bei Anwendung der englischen B. nicht zu vermeiden, daß infolge stärkeren Setzens der Aufdämmungen bei Vorhandensein schlechteren Unterbaumaterials, und besonders in nassen, schwer zu entwässernden Einschnitten Verdrückungen der Bettungssohle, namentlich Einsenkungen unter den Querschwellen entstehen, während das Unterbaumaterial seitlich davon in die Höhe gedrückt wird. Auch hat die Erfahrung gelehrt, daß sich im Lauf der Zeit unter den Schwellen durch Druckwirkung und Eindringen von Staub- und Erdteilen ins Innere der Bettung dichte, wasserundurchlässige Körper bilden, wodurch die Entwässerung wesentlich erschwert wird.

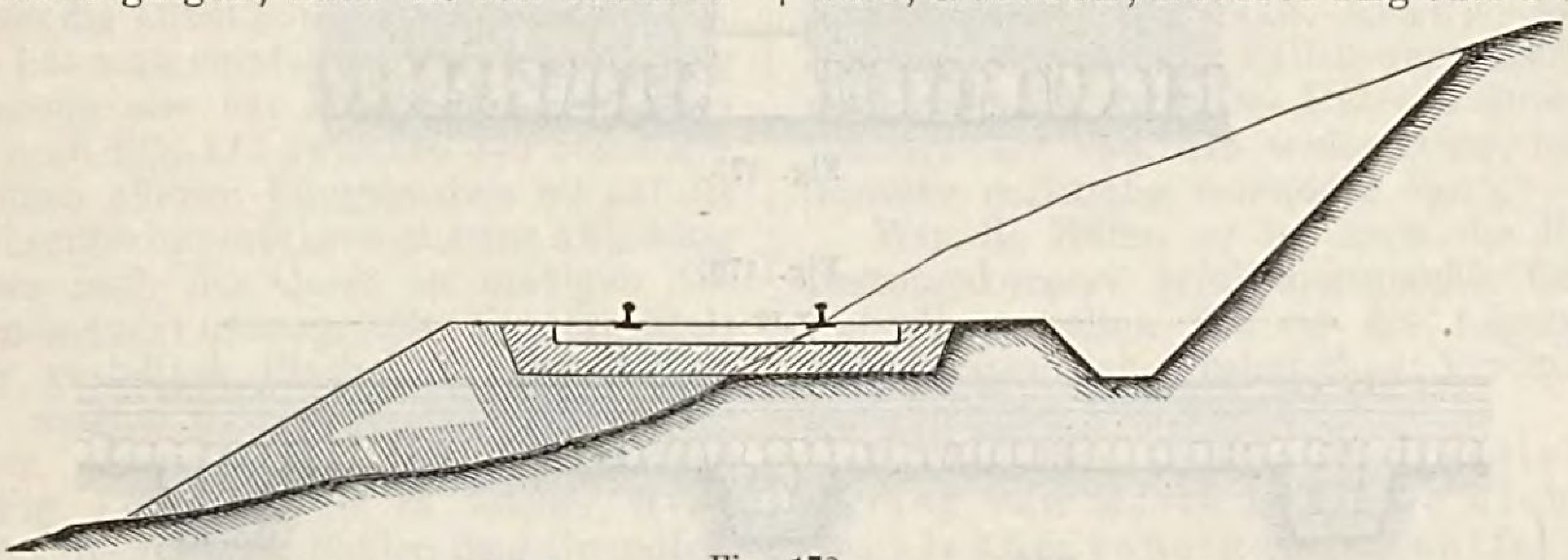


Fig. 172.

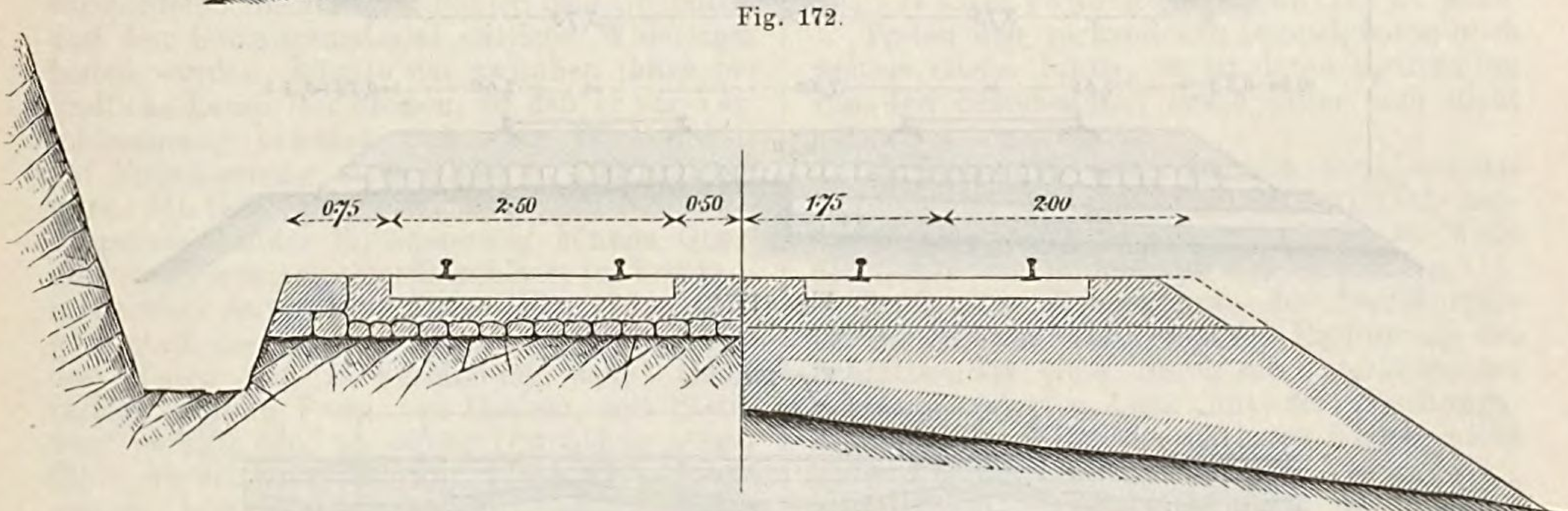


Fig. 173.

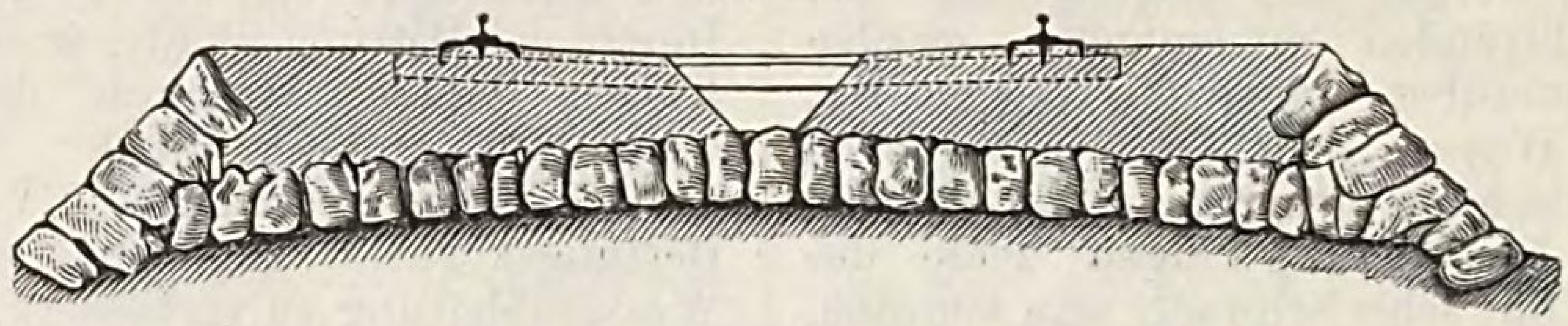
Gegen die erstgenannten Verdrückungen des Bettungskörpers, zugleich aber auch um die Wasserableitung zu verbessern, wird der untere Teil desselben zuweilen als sogenannter Grundbau, Gestück, Rollierung oder Packlage, d. h. als eine ungefähr 0,20 m starke, aus hochkantig, reihenweise quer zur Bahnrichtung, in Verband aufgestellten und gegenseitig verkeilten Bruchsteinen bestehende Schichte gebildet, über welche dann erst das feinere Bettungsmaterial zu liegen kommt. Bezüglich der im Lauf der Zeit erfolgenden Verdichtung des Bettungskörpers beim Querschwellenoberbau wird in einer Abhandlung „Über die Bedeutung der B. für die Bahnunterhaltung“ (Organ für d. Fortschr. d. Eisenbahnwesens 1886, S. 79) gesagt: „Die Unterhaltung der B. wird meist derart ausgeführt, daß nach den zeitweilig vorzunehmenden Hebungen des Gleises das fehlende Material oben aufgeschüttet wird. Die den Schotter verunreinigenden Teile, Staub, Ruß, Verwitterungsabfälle und Splitter, welche durch den Schlag der Stopfhacke abgetrennt wurden, ziehen sich in die Tiefe, verstopfen zuerst die unteren Zwischenräume und schließlich die ganze B., bis jener Zustand eintritt, bei welchem das gesamte Material ausgewechselt werden muß. Dieses Verfahren steht aber im

Widerspruch mit den bei der Unterhaltung des Oberbaues geltenden Grundsätzen. Jeder Teil des Oberbaues soll in dem seiner Funktion entsprechenden Zustand erhalten bleiben; die Unterhaltung soll eine vorbeugende sein". Nachdem sodann noch weiter ausgeführt worden, daß bei der vollständigen Auswechslung des Bettungskörpers viel gutes Steinmaterial verloren gehe, wird der Vorschlag gemacht, das zwischen den Querschwellen liegende Bettungsmaterial (unter Belassung der möglichst steil abzuböschenden Bettungsteile unterhalb der Schwellen) von Zeit zu Zeit auszuheben, einer gründlichen Reinigung zu unterziehen und dann wieder an seine frühere Stelle zu bringen. Hierbei könnten auch etwa vorhandene Versackungen entwässert werden. Über Reinigung des Bettungsmaterials auf französischen Bahnen siehe auch Organ f. d. F. d. E. 1887, S. 165.

Bei neu aufgeschütteten hohen Dämmen, welche sich voraussichtlich stark zusammensetzen werden, empfiehlt es sich, den Grundbau wegzulassen, auch anfangs weniger gutes Bettungsmaterial zu verwenden und erst beim Nachfüllen, nachdem Ruhe im Unterbau eingetreten, besseres Material zu wählen. Ist das Dammmaterial wenig gut oder sind Einschnitte in nassem Lehmboden auszuführen, so muß der zunächst unter dem Bettungskörper befindliche Teil des Unterbaues mittels Längs- und Querdohlen (Rigolen), welche unter Umständen bis unter Frostlinie zu legen wären, künstlich möglichst trocken gelegt werden; in manchen Fällen kann sich ein starker Grundbau empfehlen. Zuweilen ist zwischen Unterbau und Bettung eine etwa 10 cm dicke Schichte aus reinem Sand, welche ersteren vor Durchnässung und vor allzu starker Einwirkung des Frostes schützen soll, angeordnet worden.

Im ganzen gilt das vom Holzquerschwellenoberbau Gesagte auch für den sogenannten eisernen Oberbau, nur verlangt bei ihm die Herstellung des Bettungskörpers noch mehr Sorgfalt, namentlich wenn Langschwellen zur

Fig. 174.



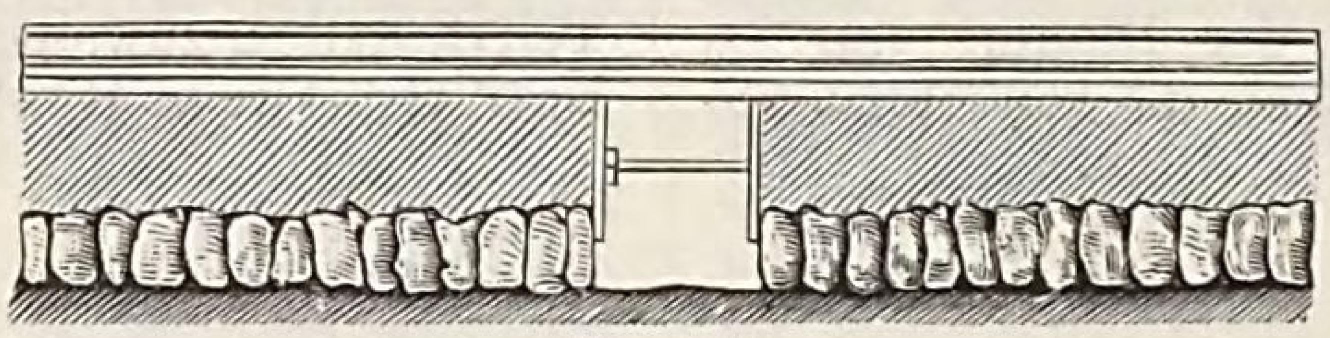
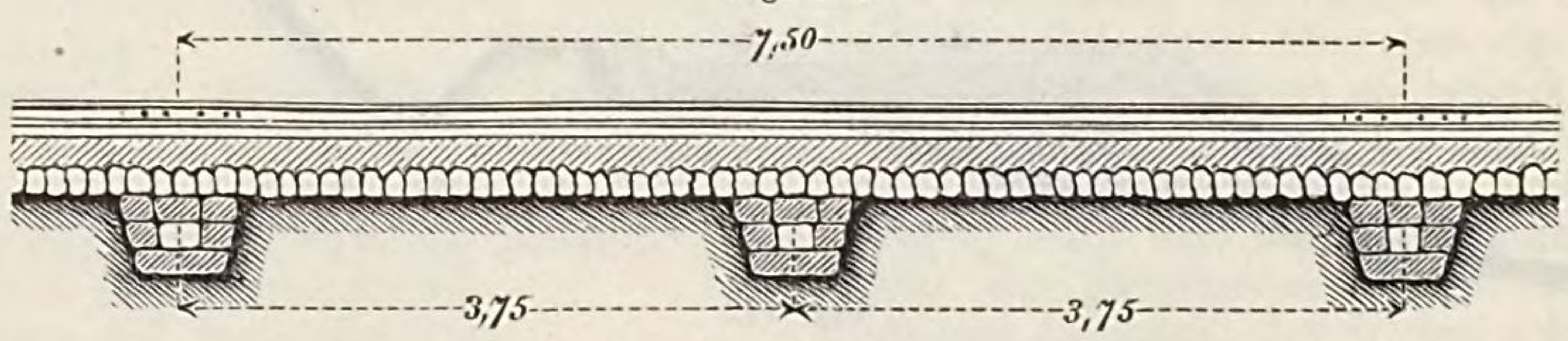


Fig. 175.

Fig. 176.



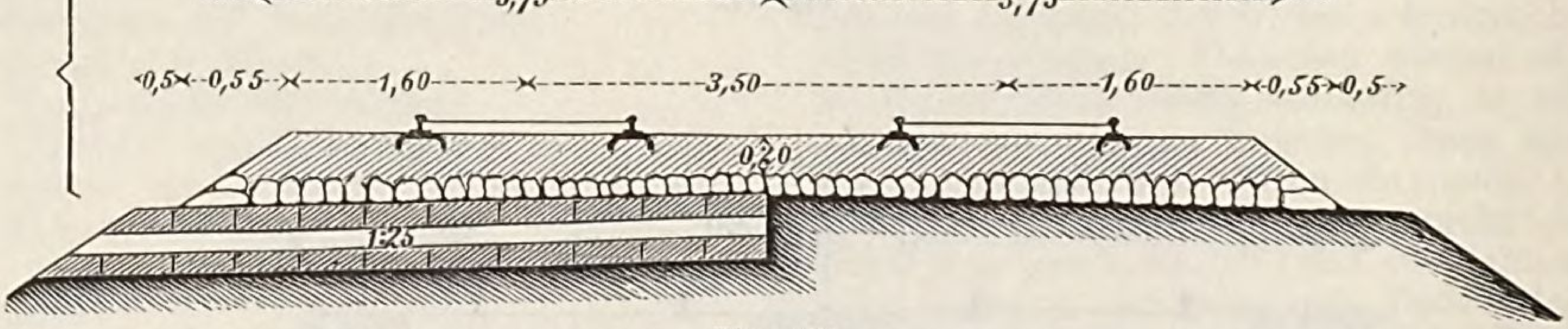
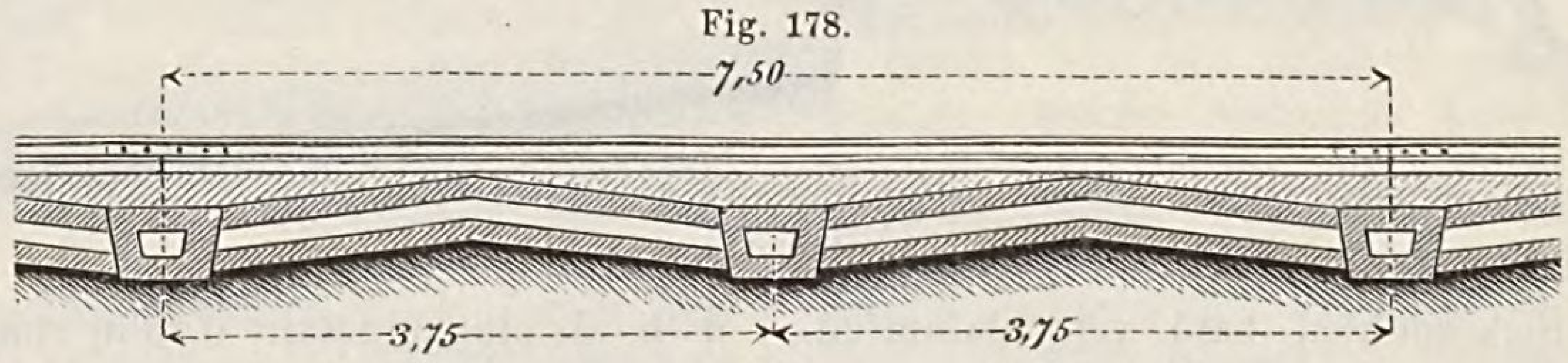


Fig. 177.

Fig. 178.



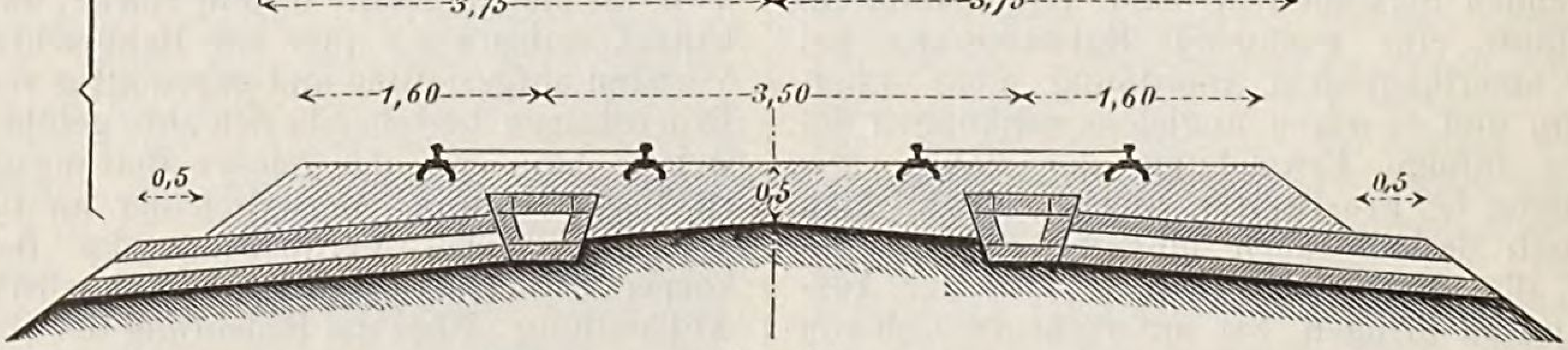


Fig. 179.

Verwendung kommen, bei welchen die Wasserableitung durch die der Länge nach durchlaufenden, verdichteten Bettungsteile wesentlich beeinträchtigt wird. Leider liegen noch nicht genug Erfahrungen über die Zweckmäßigkeit der zur Verbesserung dieser Umstände bisher zur Anwendung gebrachten Maßregeln vor. Auf der X. Technikerversammlung des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen zu Berlin im Jahr 1884 sprach man sich gelegentlich der Beratung der Frage Nr. 9, Gruppe I, dahin aus, daß bei Verwendung eiserner Langschwellen eine starke Unterbettung aus durchlässigem, erd- und sandfreiem, grobem Material (Kies- oder Steingeschläge), sowie eine möglichst vollkommene Entwässerung derselben unbedingtes Erfordernis sei. Zu Bedenken gebe Anlaß, daß erfahrungsgemäß alle Sickerungsanlagen mit der Zeit unwirksam werden (IX. Suppl.-Bd. des Organs f. d. Fortschritte d. Eisenbahnwesens 1884, S. 36).

Was nun die künstliche Entwässerung der B. betrifft, so hat man empfohlen, zur Wegführung des Tagwassers aus der Umgebung der Langschwellen nach Fig. 174 zwischen den Schienensträngen einen offenen Längsgraben bis auf die Packlage hinunter auszuführen und zur Ableitung des Wassers nach der Quere in mäßigen Abständen voneinander unausgefüllte Kanäle mittels hochkantig gestellten Flacheisen oder Bohlen zu bilden, welche an den Langschwellen befestigt oder gegeneinander abgesteift werden könnten (Fig. 175). Da die in solcher Weise verwendeten Bleche oder Bohlen dem Grundbau und dem Bettungsmaterial seitliche Widerlager bieten würden, könnte der zwischen ihnen befindliche Raum leer bleiben, so daß er vor Verschlammung bewahrt und seine Wirksamkeit auf Entwässerung stets leicht zu kontrollieren wäre. Bei tiefer gehender, unter den Bettungskörper reichender Entwässerung können Querdohlen in Form gedeckter Durchlässe aus Trockenmauerwerk Anwendung finden (Fig. 176 u. 177), oder statt dessen eine Längsrigole in der Achse des Gleises und in Verbindung damit Querrigolen, die in Form von Gräben, mit Steinwurf gefüllt, oder als offene Durchlässe ausgeführt werden könnten (Fig. 178 u. 179). Interessante, hier einschlägige Mitteilungen finden sich in der Schrift „Der eiserne Oberbau" von Lehwald und Riese, Berlin 1881. Weitere Erfahrungsergebnisse gelangten auf der X. Technikerversammlung zur Veröffentlichung im Bericht zu Gruppe I, Frage 16: „Welche Arten der Entwässerung des eisernen Langschwellenoberbaues sind zur Anwendung gekommen, wie haben sich dieselben bewährt, und welche Abmessungen des Bettungskörpers sind zu empfehlen?" Die Schlußfolgerung lautete: Zum Zweck genügender Entwässerung des eisernen Langschwellenoberbaues ist außer der Verwendung von möglichst erdfreiem, durchlässigem Bettungsmaterial je nach den örtlichen Verhältnissen sehr häufig auch die Ausführung besonderer Entwässerungsvorkehrungen (Längs- und Quersickerkanäle oder Drainröhrenstränge) erforderlich. Der Bettungskörper wurde bei 3,0 bis 3,5 m Breite mit einer Stärke von 0,25 bis 0,50 m in Ausführung gebracht (IX. Suppl.-Bd., S. 46).

Die eine Hauptabmessung des Bettungskörpers, seine Höhe oder Dicke, ist durch die vorstehenden Darlegungen schon einigermaßen bestimmt. Man erkennt aus denselben, daß dieses Maß jedenfalls von der Art der Materialien abhängen muß, aus welchen einerseits der Unterbau, andererseits die Bettungsschichte selbst gebildet wird. Je weniger tragfähig ersterer ist und je geringer seine Wasserdurchlässigkeit, desto stärker muß die Bettung zur Erzielung ausreichender Druckverteilung und genügender Entwässerung angenommen werden. Im übrigen ist darauf zu achten, daß das eigentliche Einbettungsmaterial unter den Schwellen in einer Mächtigkeit von mindestens 0,10 m vorhanden sein muß, wenn das Unterstopfen derselben noch ausführbar sein soll, so daß auch bei Verwendung eines Grundbaues aus größeren Bruchsteinen, dessen obere Begrenzungsebene um das gleiche Maß von den Schwellen abstehen muß. § 3 der „Technischen Vereinbarungen des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen" bestimmt in dieser Hinsicht: „Die Bahnbettung soll unter der Unterkante der Schwellen mindestens 200 mm hinabreichen", ein Maß, welches nach dem Obigen in den meisten Fällen vergrößert werden muß; und weiters: „Das Material derselben soll von der Art sein, daß weder Nässe noch Frost dasselbe nachteilig verändern kann."

Wie die Höhe, so ist auch die Breite des Bettungskörpers erfahrungsgemäß festgesetzt. Vor allem gelten für sie die folgenden Bestimmungen der Technischen Vereinbarungen bezüglich der Hauptbahnen:

§ 31. „Die Gleise der freien Bahn dürfen von Mitte zu Mitte nicht weniger als 3,5 m voneinander entfernt sein.

Treten den vorhandenen Doppelgleisen noch weitere Gleise hinzu, so ist deren Entfernung von den bestehenden, sowie unter sich nicht unter 4 m anzunehmen.

Bei Erbauung neuer Bahnen wird, um das Normalprofil des lichten Raums wirklich herzustellen, eine Entfernung von Mitte zu Mitte der Gleise von mindestens 4 m empfohlen."

§ 32. „Die Kronenbreite des Bahnkörpers ist so zu bemessen, daß die Entfernung des Schnittpunkts einer durch die Unterkante der Schienen gelegten Linie mit der Böschungslinie von der Mitte des nächsten Gleises nicht unter 2 m beträgt."

Hiernach ergiebt sich unter der Voraussetzung, daß nach Fig. 173 links die Böschungen von Unterbau und B. zusammenfallen, der Abstand der Kronenkante von den vorderen Schwellenköpfen zu 0,75 m, sodann die Kronenbreite einer eingleisigen Bahn bei der üblichen Schwellenlänge von 2,5 m zu $2 . 0,75 + 2,50 = 4$ m und die Kronenbreite einer Doppelbahn zu mindestens $2 . 2,0 + 3,5 = 7,5$ m. Hiermit stimmen die Annahmen der verschiedenen Bahnverwaltungen vielfach überein, öfters kommen jedoch auch schmale Fußwege (Bankette), wie Fig. 173 rechts und Fig. 177 und 179 zeigen, zur Seite des Bettungskörpers zur Ausführung, z. B. mit Rücksicht auf die Bahnwärter, wenn bei Verwendung scharfkantigen Steingeschlägs das Gehen auf der B. sehr erschwert ist. In solchen Fällen wird dann die Kronenbreite zuweilen kleiner wie das oben berechnete Maß genommen. Von Interesse sind die Versuche, welche Freiherr von Weber in den Sechzigerjahren an dem Bettungskörper von Gleisen mit breitfüßigen Vignolesschienen und hölzernen Querschwellen angestellt und in seinem Buch „Die Stabilität

des Gefüges der Eisenbahngleise", Weimar 1869, veröffentlicht hat. Durch dieselben sollte die Widerstandsfähigkeit der Eisenbahngleise festgestellt werden gegen Bestrebungen, welche dieselben in ihrer Gesamtheit zu verschieben suchen. Es wurden zu dem Zweck in gut erhaltenen älteren Gleisstrecken zunächst die Schienen abgenommen und die bis zu ihrer Oberfläche verfüllten Schwellen einzeln mittels einer hydraulischen Presse nach ihrer Längsrichtung in der B. verschoben, indem sich die Presse auf der einen Seite gegen einen festen Gegenstand stemmte; sodann wurde in gleicher Weise das vollständige Gleis (wenn die Schienen auf den Unterlagen befestigt waren) behandelt, indem die Presse gegen den Kopf einer Zwischen- oder Stoßschwelle wirkte.

Aus einer großen Zahl in solcher Weise angestellter Versuche ergab sich Folgendes:

1. Die Widerstandsfähigkeit von unbelastet im Boden liegenden, gut ausgeführten Gleisen gegen seitliche Verschiebung ist verhältnismäßig sehr gering. Ein Seitendruck von 1,5—2,5 t reicht hin, den Verband zwischen Schwellen und Boden zu lösen. Dieser Druck ist geringer als die Pressung, welche eine 30 t schwere Lokomotive bei circa 45 km Fahrgeschwindigkeit in einer Kurve von ungefähr 315 m Halbmesser durch ihre Centrifugalkraft (abgesehen von allen sonstigen Einwirkungen) auf den äußeren Schienenstrang ausübt, wenn durch Senkung oder sonstigen Zufall die Überhöhung desselben verloren gegangen ist.

2. Die Gattung des Bodens, in welchem die Schwellen der Gleise liegen, ist für die Widerstandsfähigkeit unbelasteter Gleise gegen seitliche Verschiebung ohne große Wichtigkeit.

3. Der zur horizontalen Verschiebung eines unbelasteten Gleises erforderliche Druck wächst bis zu einem gewissen Maß dieser Verschiebung. Ist dies (meist 12—18 mm) eingetreten, so läßt sich das Gleis auf ein ansehnliches Maß hin (50—75 mm) ohne beträchtliche Vermehrung dieses Drucks weiter verschieben, bis eine Spannung der Verbindungen des Gestänges eintritt.

Im Anschluß hieran wurde der Einfluß einer Hinterfüllung der Schwellenköpfe, d. h. einer Umschotterung derselben mit festgelagertem Sand, Kies oder Steingeschläge, wie auch der Wert von sogenannten Vorschlagpfählen, welche, um die Verschiebung der Schwellen in ihrer Richtung zu verhüten, zuweilen vor den Köpfen derselben in den Boden gerammt werden, untersucht.

In erster Beziehung wurde festgestellt, daß die Hinterfüllung der Schwellenköpfe bis auf Schienenunterkante mit Bettungsmaterial, gleichviel welcher Art dasselbe sei, nur von geringem Einfluß auf die Widerstandsfähigkeit des Gleises bleibe, insbesonders wenn das Gleis unbelastet und deshalb ein einseitiges Indiehöhedrücken desselben in der Richtung der Verschiebung möglich sei; auch zeigte sich, daß nach Beseitigung der Verschiebungsursache die ursprüngliche Lage sich vermöge der Elasticität der Schienenstränge wieder herzustellen suche.

Mit den Vorschlagpfählen wurden die Versuche in der Art angestellt, daß man solche von kreisrundem und quadratischem Querschnitt und 100 mm Stärke in der Nähe eines festgelagerten Gegenstands bis zur Erdoberfläche einrammte und dann, ohne den Boden hinter den Pfählen zu berühren, die Erde zwischen Pfahl und festem Gegenstand so tief ausgrub, daß die zur Kraftäußerung benutzte hydraulische Presse in derselben Weise gegen den Pfahlkopf wirken mußte, wie eine im Boden liegende Schwelle, welche den auf seitliche Verschiebung abzielenden Einwirkungen des Verkehrs ausgesetzt ist. Auf solche Weise ergaben sich folgende Sätze:

1. Der Widerstand der in Sand- oder anderem leichten Boden geschlagenen Vorschlagpfähle gegen seitliche Verdrückung ist so gering, daß sie in keiner Weise zur Vermehrung der Stabilität der Gleise beizutragen geeignet sind.

2. Der Widerstand in schwerem, festem Boden ist um das Mehrfache größer als der der ersteren, jedoch müssen auch diese ziemlich dicht stehend angewandt werden, wenn sie auch geringen Verschiebungen der Gleise entsprechenden Widerstand leisten sollen.

3. Die Widerstandsfähigkeit der Pfähle wächst mit ihrer Länge, jedoch schneller als diese, besonders innerhalb der geringeren Verschiebungen. Vorschlagpfähle von einiger, den Kosten der Vorkehrung entsprechenden Wirksamkeit sollten nicht unter fünf Fuß Länge haben.

4. Unter Verhältnissen verschwinden die Anzeichen vorhanden gewesener, selbst sehr starker Verdrückungen der Pfähle wieder nach Aufhören von deren Ursachen, ohne daß die Pfähle ihre Stabilität zurückerhalten.

Der Umstand, daß die mit unbelasteten Gleisen angestellten Versuche eine verhältnismäßig so geringe Widerstandsfähigkeit derselben ergeben hatten, mußte auf die im Grund genommen selbstverständliche Thatsache hinleiten, daß durch die Belastung der Schienenstränge eine wesentliche Vermehrung dieser Widerstandsfähigkeit eintreten müsse. In der That lieferten die nun schließlich durchgeführten, mit den früheren möglichst übereinstimmenden Versuche, wobei jetzt nur Lokomotiven oder Wagen auf dem Gleis aufgefahren waren, den ziffermäßigen Nachweis, daß die Kraft, welche erforderlich ist, um ein Gleis in seiner Gesamtheit in der B. seitlich zu verschieben, proportional der Last ist, mit welcher diese von jenem gedrückt wird.

Damit ist aber zugleich dargethan, daß es gerade in dieser Hinsicht nicht gleichgültig sein kann, welcher Art das Bettungsmaterial ist. Dasselbe soll überhaupt verschiedene Eigenschaften in sich vereinigen, es soll genügende Festigkeit, Härte und Witterungsbeständigkeit besitzen, damit es die bedeutenden, von den Gleisen übertragenen Belastungen unter allen Umständen mit Sicherheit tragen könne und beim Unterstopfen der Unterlagen durch die dabei benutzten Werkzeuge nicht allzusehr leide; zur möglichsten Verhütung von Verschiebungen, insbesondere in der Richtung der Querschwellen muß das zur B. verwendete Material eine große Reibung in sich und an den Schienenunterlagen zeigen, und endlich soll dasselbe die Eigenschaft der Durchlässigkeit haben, damit das in den Bettungskörper eindringende Wasser sich möglichst wenig in der Umgebung der Unterlagen ansammeln kann.

Als besonders gutes Bettungsmaterial gilt Kleingeschläge, Schlägelschotter, Steinschlag,

Knack, d. h. Brocken von gleicher Größe, ungefähr 5—6 cm, aus Natursteinen von entsprechender Härte, Zähigkeit und Frostbeständigkeit, wenn dieselben nicht zu scharfe Kanten geben, durch welche die Holzschwellen leiden würden. Solches Kleingeschläge zeichnet sich durch besonders gute Druckverteilung und starke Reibung an den Unterlagen aus und auch seine Wasserdurchlässigkeit läßt nichts zu wünschen übrig. Unter den Kiesarten ist der Flußkies in erster Linie als geeignet zur Herstellung der B. zu bezeichnen, da derselbe frei von erdigen und lehmigen Beimengungen ist, dagegen in der Regel eine entsprechende Menge Sand enthält. Ohne Sand würden sich die rundlichen Geschieb- und Geröllstücke nicht fest genug zusammenlagern, doch darf derselbe auch nicht in zu großen Mengen vorhanden sein; gewöhnlich werden ungefähr 30% Sandgehalt als zulässig bezeichnet, obwohl sich durch den Sandgehalt andererseits wieder die Wasserdurchlässigkeit vermindert. Weniger gut wie Flußkies ist Grubenkies, weil derselbe meist lehmige Beimengungen aufweist, die nötigenfalls durch Waschen des Kieses beseitigt werden müssen. Noch weniger gut ist Sand, der grobkörnig sein muß und keine von Wasser erweichbaren Körper enthalten darf. Von anderen hier und da zur Bildung des Bettungskörpers verwendeten Stoffen mag nur noch Hochofenschlacke genannt werden, sodann gebrannte Thonstücke, wie solche in Frankreich zur Verwendung kamen (Zeitschr. d. Österr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1851, S. 24). Betrachtungen über den Oberbauschotter und dessen Bewertung für die Gleiserhaltung von J. Schubert, siehe in der Wochenschr. d. Österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1876, Nr. 39 u. 40, andere Mitteilungen in der schon oben angeführten Abhandlung von Burkhardt, (Org. 1886), sodann in Heusinger von Waldegg, Handbuch für Specielle Eisenbahntechnik, Bd. I, III. Kap., Herstellung der Erdkörper, bearbeitet von G. Meyer, und VIII. Kap., Bettung, Legen des Oberbaues, Oberbaugeräte, bearbeitet von Sonne. Das Zerkleinern der Bruchsteine zum Zweck der Gewinnung von Kleingeschläge wird entweder von Arbeitern mit Handschlägeln bewirkt oder aber mittels besonderer Steinbrechmaschinen, welche in der Regel als Backenbrecher, seltener als Walzenbrecher konstruiert werden. Das mit letzteren gewonnene Schottermaterial kommt zwar billiger zu stehen wie das mit Handarbeit erzeugte, erreicht jedoch dieses keineswegs an Güte. Bis jetzt scheinen derartige Maschinen für Eisenbahnzwecke wenig Verwendung gefunden zu haben, wenigstens geht aus der Besprechung der Frage: „Welche Erfahrungen liegen vor über Verwendung beweglicher Steinbrechmaschinen zur Herstellung von Kleingeschläge für die Gleisunterhaltung?“ auf der X. Technikerversammlung des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen zu Berlin (1884) hervor, daß von 24 berichtenden Bahnverwaltungen 20 keine Erfahrungen mit Steinbrechern gemacht haben, während 4 Verwaltungen sich mehr oder weniger ungünstig über die von ihnen verwendeten Maschinen aussprachen. (IX. Suppl.-Bd. des Organs f. d. Fortschr. d. Eisenbahnwesens, S. 49.)

Eingehend werden Steinbrechmaschinen unter anderem behandelt in Osthoff, Die Materialien, Herstellung und Unterhaltung des Eisenbahnoberbaues, Oldenburg 1880; sodann Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 4. Bd., Die Baumaschinen, III. Abt., Kapitel XI, Gewinnung und Bearbeitung von Bausteinen, bearbeitet von F. Polak, Leipzig 1887. S. Steinbrechmaschinen.

Loewe.

Bettungsmaterial, s. Bettung.

Bettungsziffer nennt man eine bei Untersuchungen über das Verhalten des Eisenbahnoberbaues vielfach gebrauchte Größe, welche die Thatsache zum Ausdruck bringt, daß der Bettungskörper nicht starr, sondern elastisch verdrückbar ist. Sie wird durch die von Winkler seinerzeit aufgestellte Beziehung

$$\mathfrak{c} = \frac{\pi}{y}$$

bestimmt, worin π den auf irgend einen Punkt der Grundfläche eines in der Bettung liegenden Konstruktionsteils treffenden Druck, auf die Flächeneinheit bezogen, und y die diesem Druck entsprechende Senkung des betreffenden Punkts bezeichnet.

Da unter Festhaltung von Centimeter als Längen- und Kilogramm als Gewichtseinheit für $y = 1$ cm $\mathfrak{c} = \pi$ kg folgt, so bedeutet also die sogenannte Bettungsziffer den auf das Quadratcentimeter treffenden Druck in Kilogramm, welchem eine Senkung gleich 1 cm zugehört.

Die ersten Angaben über den Wert der Bettungsziffer hat ebenfalls Winkler, und zwar in seinem Buch „Vorträge über Eisenbahnbau“, 1. Heft, Eisenbahnoberbau, 3. Auflage, S. 267, gemacht, und zwar mit Benutzung der Beobachtungen M. M. v. Webers (Stabilität des Gefüges der Eisenbahngleise, S. 163), wonach sich Holzschwellen von durchschnittlich 21,4 cm unterer Breite und 250 cm Länge unter einem Achsdruck von 12 000 kg, oder bei einem Druck für die Flächeneinheit von

$$\pi = \frac{12\,000}{250 \,.\, 21{,}4} = 2{,}243 \text{ kg/cm}^2$$

höchstens um 0,6, mindestens um 0,05, im Mittel um 0,25 cm in den Bettungskörper eindrückten.

Aus der obigen Gleichung für $\mathfrak{c}$ ergab sich hiermit bei sehr starker Nachgiebigkeit der Bettung

$$\mathfrak{c} = \frac{2{,}243}{0{,}6} = 3{,}74 = \text{rund } 4,$$

bei geringer Nachgiebigkeit der Bettung

$$\mathfrak{c} = \frac{2{,}243}{0{,}05} = 44{,}86 = \text{rund } 45$$

und bei einem mittleren Zustand der Bettung

$$\mathfrak{c} = \frac{2{,}243}{0{,}25} = 8{,}97 = 9.$$

Diese nur durch so wenige Versuche gestützten und, wie sich später gezeigt hat, durch unberücksichtigte Einflüsse fehlerhaften Zahlen, welche deshalb höchstens als grobe Näherungswerte gelten können, sind in der Folge in Ermanglung besser begründeter Werte ziemlich allgemein festgehalten worden. Erst später, nachdem ein auf der Rheinischen Bahn gefundener Näherungswert $\mathfrak{c} = 16$ bekannt geworden war (Hoffmann, Der Langschwellenoberbau der Rheinischen Bahn, S. 30), sah man sich veranlaßt den neuen Mittelwert

$$\mathfrak{c} = \frac{9 + 16}{2} = 12{,}5$$

den Berechnungen zu Grunde zu legen, so beispielsweise in der Schrift: Der eiserne Ober-

bau von Lehwald und Riese, ebenso in: „Der eiserne Oberbau" von Schwartzkopf u. s. w.

Da zu einer weiteren Verbesserung dieser Werte, namentlich durch entsprechende Rücksichtnahme auf die offenbare Abhängigkeit der Bettungsziffer von der Art und Beschaffenheit des Bettungsmaterials und des ganzen Bettungskörpers, den meisten Ingenieuren die erforderlichen Versuchsergebnisse fehlten, so versuchten einzelne derselben auf anderem Weg zum Ziel zu kommen. Kreuter z. B. schlug im Centralblatt der Bauverwaltung 1885, S. 249, vor, die Bettungsziffer c aus der Gleichung

$$c = \frac{g(1-k)}{k^2}$$

zu entnehmen, wenn g das Gewicht der körperlichen Einheit Bettungsmaterial und k den Ausdruck

$$k = \left(\frac{1-\sin\varrho}{1+\sin\varrho}\right)^2$$

in letzterem aber ϱ einen Winkelwert vorstellt, welcher bei kohäsionslosem Material dem Reibungswinkel an Größe gleichkäme, in den meisten Fällen aber wegen der vorhandenen Kohäsion größer als dieser angenommen werden müßte.

Dieser von Rankine, Handbuch der Bauingenieurkunst, S. 414, angegebene Zusammenhang, welcher sich zunächst nur auf Gründungen in lockerem Boden bezieht, entspricht den bei Schwellenbettungen in Frage kommenden Verhältnissen doch nicht genügend, indem er (selbst für große Winkel ϱ, das heißt bei festen Bettungskörpern) auffallend kleine Werte von c und dementsprechend ungewöhnlich große Senkungsbeträge der Unterlagen liefert.

Am Schluß seiner Betrachtungen empfiehlt Kreuter vorerst, bis Sicheres über die fragliche Angelegenheit vorliege, die Werte

$c = 2$ bei ganz frischer,
$c = 9$ bei älterer,
$c = 16$ bei ganz fest gewordener Bettung

festzuhalten.

Etwas abweichend hiervon nimmt Zimmermann in seinem Werk: Die Berechnung des Eisenbahnoberbaues, Berlin 1888,

$c = 3$ für Kiesbettung ohne Packlage
und $c = 8$ „ „ mit Packlage

an, welche Werte, wie jedoch erst jetzt in weiteren Kreisen bekannt geworden ist, durch vielfache Versuche auf den Reichseisenbahnen begründet sind.

Nach besonderer Mitteilung des Herrn Dr. Zimmermann wurden diese Versuche schon vor längerer Zeit mit Hilfe eines für diesen Zweck besonders gebauten Meßapparats angestellt und haben beim Entwurf des auf den Reichsbahnen eingeführten eisernen Langschwellenoberbaues gedient. Die Werte $c = 3$ und $c = 8$ sind demnach weder aus einzelnen Beobachtungen gefolgert, noch Mittel aus sehr voneinander abweichenden Einzelwerten, sondern aus einer Reihe von Zahlen abgeleitet, welche durch Messung gewonnen wurden und verhältnismäßig wenig voneinander abweichen. Das bei den Messungen angewandte Verfahren war folgendes: In einer Entfernung von 1,78 m von dem zu untersuchenden Schienenstrang war auf festem Unterbau eine kranartige, mit einem an die Schiene heranreichenden Ausleger versehene Meßvorrichtung aufgestellt. An der Schiene wurde ein kurzer Arm angeschraubt, welcher auf einen kleinen Tauchkolben drückte, der wieder in einem vom Ausleger getragenen und mit einem an der Meßvorrichtung in Augenhöhe angebrachten, geteilten Wasserstandsrohr verbundenen Cylinder arbeitete. Da der Querschnitt des Wasserstandrohrs nur ein Zehntel von dem des Kolbens betrug, so wurden die Bewegungen der Schiene am Standrohr in zehnfacher Größe abgelesen. Es wurden nun nach und nach Fahrzeuge mit verschiedenem Achsenstand und Belastung absatzweise an dem Apparat vorbeigeschoben, die Entfernungen der Räder vom Kolben und die zugehörigen Einsenkungen gemessen und in solcher Weise für jedes Fahrzeug eine größere Anzahl von Punkten der Einsenkungskurve gefunden. Durch Auftragen der letzteren, Ermittlung des Flächeninhalts und Division mit der Länge des gesenkten Schienenteils erhielt man sodann die mittlere Senkung, und durch Division des mittleren Drucks (für die Flächeneinheit) durch die mittlere Senkung den Wert von c.

Als Beispiel, wie befriedigend die Übereinstimmung der für verschiedene Fahrzeuge und Lasten gewonnenen Werte von c war, kann folgender Auszug aus einer Versuchsreihe dienen:

In einem Nebengleis mit Kiesbettung ohne Packlage fand sich

für eine Güterzugsmaschine samt Tender $c = 2{,}8$
„ „ „ ohne „ $c = 3{,}2$
„ den Tender allein................ $c = 2{,}2$
„ einen offenen Güterwagen von 4 m Achsenstand
mit 2400 kg Raddruck .. $c = \frac{0{,}213}{0{,}07} = 3{,}0$
„ 2700 „ „ .. c $= 3{,}0$
„ 3700 „ „ .. $c = \frac{3{,}3}{1{,}1} = 3{,}0$

In einem Hauptgleis wurde bei gleichem Bettungsmaterial beobachtet

für eine Güterzugsmaschine mit Tender $c = 2{,}2$
„ „ „ ohne „ $c = 2{,}7$
„ den Tender allein $c = 2{,}4$
„ eine dreiachsige Tendermaschine . $c = 3{,}2$
„ „ zweiachsige „ . $c = 3{,}1$
„ „ „ . $c = 2{,}9$
„ einen beladenen Güterwagen..... $c = 2{,}8$

Die nur geringen Abweichungen dieser Ergebnisse würden sich zum Teil durch das Abheben der nicht belasteten Gleisstrecken erklären lassen.

Mit Hilfe der oben kurz beschriebenen Meßvorrichtung wurde zugleich festgestellt, daß sich nicht nur der unmittelbar belastete Teil des Kiesbetts senkt, sondern daß sich solche Senkungen noch in ziemlich großer Entfernung vom Schienenstrang bemerklich machen, so daß ein dicht neben der Schwelle eingeschlagener Pflock nicht, wie v. Weber bei seinen Versuchen voraussetzte, unverrücklich feststehend angenommen werden kann. Die von ihm beobachteten Senkungen ergaben sich infolgedessen zu klein und die daraus abgeleiteten Werte der Bettungsziffer entschieden zu groß. Eingehende Mitteilungen über diese sehr interessanten Versuche auf den Reichseisenbahnen sind neuerdings im Organ f. d. Fortschritte des Eisenbahnwesens, 1888, 5. Heft, erschienen.

Loewe.

Bewegliche Brücken (*Moveable bridges*, pl.; *Ponts*, m. pl., *mobiles*), solche Eisen-, mitunter auch Holzbrücken, bei welchen durch besondere Vorrichtungen die Brückenkonstruktion samt Fahrbahn aus ihrer normalen Lage gebracht werden kann, um entweder den Verkehr auf der Brücke aus militärischen Gründen in einem gegebenen Fall unmöglich zu machen oder für den Verkehr unter der Brücke von Zeit zu Zeit den nötigen freien Raum zu schaffen. Der letztere Fall tritt dann ein, wenn unterhalb der Brücke eine Verkehrsstraße hinwegführt und die Höhe zwischen der letzteren und der Brückenunterkante geringer ist als die Höhe der auf der Verkehrsstraße sich bewegenden Fahrzeuge (Schiffe, Eisenbahnzüge, Wägen).

Die Freimachung des Verkehrsprofils erfolgt entweder durch Drehung des beweglichen Teils der Brückenkonstruktion um eine Achse oder durch Parallelverschiebung derselben. Die Drehachse ist entweder horizontal oder vertikal und kann an einem Ende oder zwischen den Enden der Konstruktion angebracht sein; die Parallelverschiebung erfolgt entweder in horizontaler oder vertikaler Richtung. Hiernach unterscheidet man folgende Arten von beweglichen Brücken:

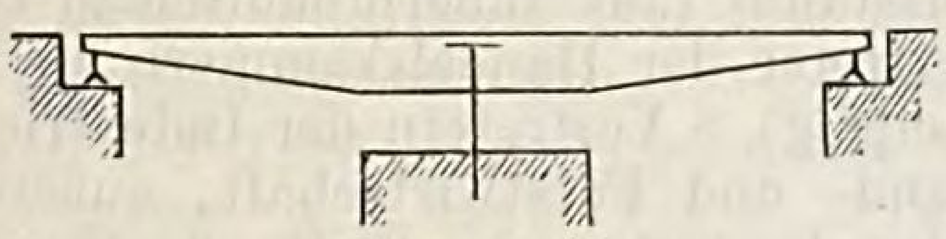


Fig. 180.

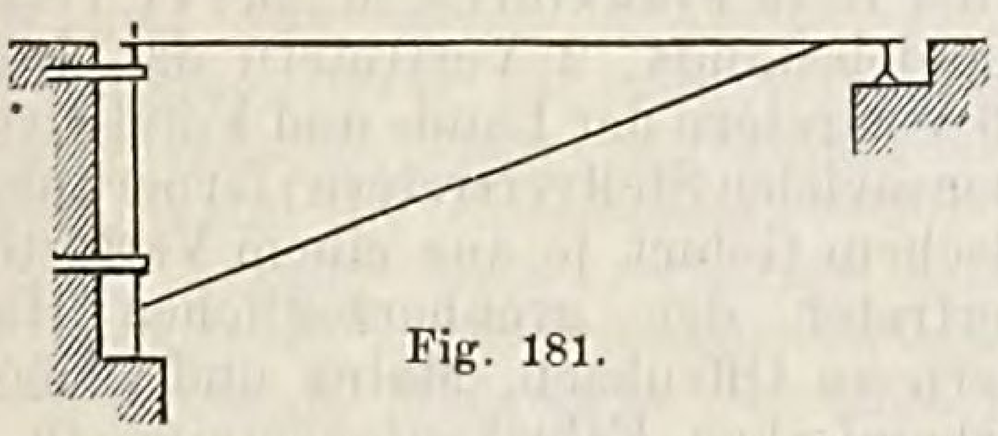


Fig. 181.

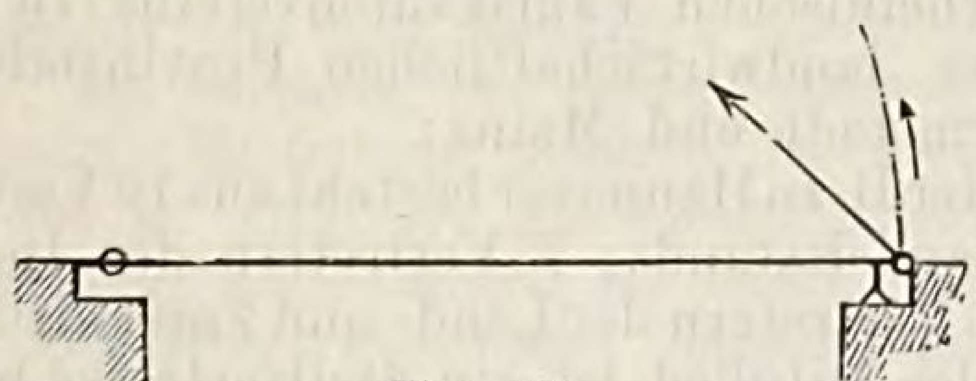


Fig. 182.

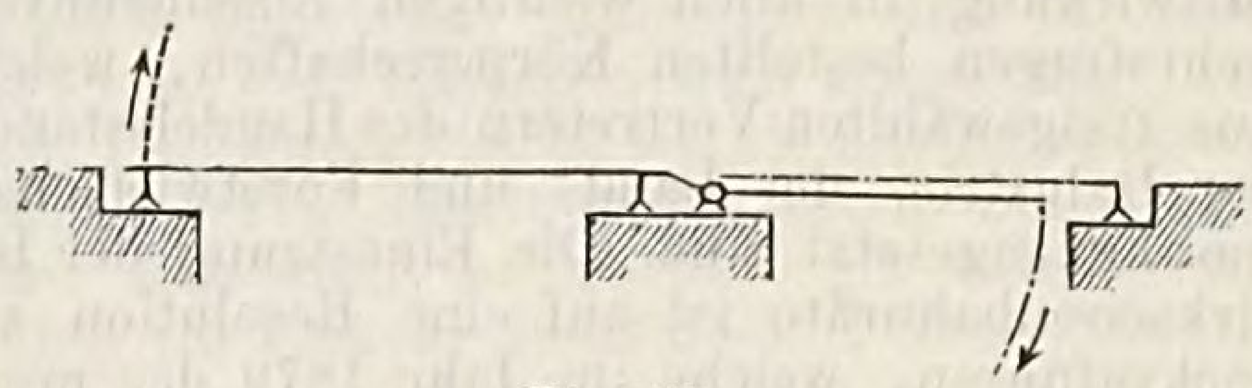


Fig. 183.

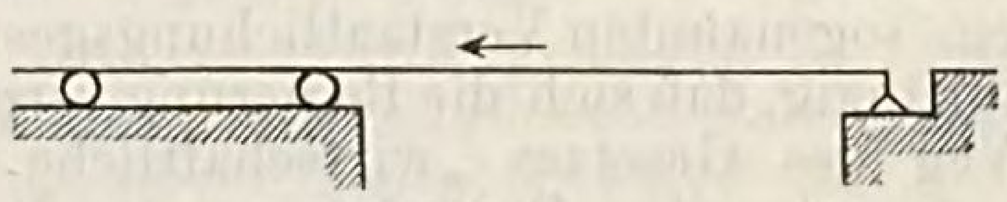


Fig. 184.

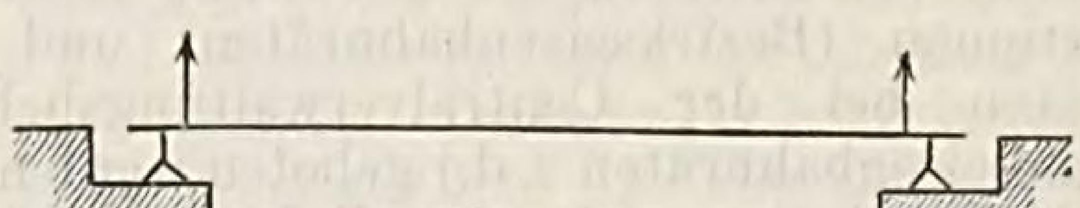


Fig. 185.

1. Drehbrücken, bei denen die Bewegung um eine vertikale Achse, welche sich zwischen den Brückenenden befindet, erfolgt (Fig. 180);

2. Kranbrücken, welche um eine vertikale Achse, die sich an dem einen Ende der Brücke befindet, bewegt werden (Fig. 181);

3. Zugbrücken, welche um eine horizontale, an einem Ende der Brücke liegende Achse gedreht werden können (Fig. 182);

4. Klappbrücken, bei welchen die Bewegung um eine horizontale Achse, die zwischen den Brückenenden liegt, erfolgt (Fig. 183);

5. Rollbrücken, welche auf einer horizontalen Ebene (Fig. 184) und

6. Hubbrücken, welche in vertikaler Richtung bewegt werden (Fig. 185).

Von diesen verschiedenen Gattungen beweglicher Brücken kommen bei den Eisenbahnen hauptsächlich nur Drehbrücken (s. d.) in Verwendung. Nicht unter den Begriff „Bewegliche Brücken" fallen die sogenannten transportablen Brücken (s. d.) Manderla.

Bezettlung, bahnseitige, der Gepäckstücke und Stückgüter (*Etiquetage*, f., *des collis*) besteht darin, daß dieselben seitens der Aufnahmsstelle mit einem Zettel (Stationszettel), enthaltend den Namen der Abgangs- und Bestimmungsstation, vielfach auch eine Nummer und das Datum der Annahme, versehen werden. Für die österr.-ung. Bahnverwaltungen sind diesbezügliche Bestimmungen im Transportübereinkommen aufgenommen; danach sind alle Stückgüter mit einem Stationszettel, welcher die Angabe „Von—nach" (Station und Verwaltung) gedruckt oder mit Farbstift eingeschrieben zu enthalten hat, und eventuell zur Vermeidung von Verwechslung auch mit einem Nummerzettel (s. d.) zu versehen. Nach den neuestens vom deutschen Eisenbahnverkehrsverband angenommenen allgemeinen Abfertigungsvorschriften (§ 9) sind sämtliche Stückgüter mit einem Beklebezettel zu versehen, welcher die Versandbahn, die Abgangsstation und das Datum der Annahme enthalten muß. Eine Ausnahme ist nur gestattet bei gleichartigen, zu einem und demselben Frachtbrief gehörigen Kolli (z. B. eisernen Schaufeln, Töpfen etc.), von welchen nur einige Stücke bezettelt zu werden brauchen. Ob und inwieweit die Bestimmungs- oder Kartierungsstation in die Beklebezettel einzutragen ist, bleibt nach den erwähnten Abfertigungsvorschriften den Anordnungen jeder einzelnen Bahn überlassen.

Die gewöhnlichen Frachtgüter erhalten in der Regel weiße, die Eilgüter rote Bezettlung und werden hierzu meistens Zettel mit Vordruck der Absendestation verwendet, während der Name der Bestimmungs-, bezw. Kartenschlußstation mit Farbstift handschriftlich einzutragen ist. Bei Verwendung von Biancobeklebezetteln, welche nur den Vordruck „von" und „nach" enthalten, wird auch der Name der Versandstation handschriftlich eingetragen oder mittels des Expeditionsstempels eingestempelt.

Die französischen Bahnen benutzen zur B. der Stückgüter Etiketten, welche aus zwei gleichen Teilen bestehen, enthaltend den Namen der Aufgabsstation (aufgedruckt mit dem Stationsstempel), eine gedruckte Ordnungsnummer und den Namen der Empfangsstation (handschriftlich eingesetzt). Der eine Teil wird am Gut befestigt, der andere in die Deklaration an dem zu diesem Zweck bestimmten Viereck angeklebt.

In England findet eine bahnseitige Bezettlung der Güter in der Regel nicht statt.

In Italien besteht die Vorschrift, daß alle Stückgüter vom Versender selbst mit einer genauen und deutlichen Adresse des Empfängers und der Station, an welche sie adressiert sind, versehen werden und außerdem die auf dem Beförderungsgesuch eingeschriebenen Merkmale und Nummern tragen müssen.

Wenn das Gut über mehrere Routen nach seiner Bestimmungsstation befördert werden kann, wird jedes Kollo auch mit einem Routenzettel versehen.

Die Beklebezettel sind nach Beseitigung etwaiger ungiltiger Zettel auf der Seite der Kolli anzubringen, wo sich deren Signum befindet.

Über sonstige Beklebezettel für Stückgüter und Wagen, s. Beklebezettel. Dr. Wehrmann.

Beziehen, ein Gut (annehmen, abnehmen), s. Annahme.

Bezirkseisenbahnräte, die in Preußen für jede einzelne Staatseisenbahndirektion (ausnahmsweise auch gemeinsam für mehrere Staatseisenbahndirektionsbezirke) behufs beirätlicher Mitwirkung in allen wichtigen Eisenbahnverkehrsfragen bestellten Körperschaften, welche aus freigewählten Vertretern des Handelsstands, der Industrie, der Land- und Forstwirtschaft zusammengesetzt sind. Die Einsetzung der Bezirkseisenbahnräte ist auf eine Resolution zurückzuführen, welche im Jahr 1879 der preußische Landtag bei Gelegenheit der Beratung der ersten Verstaatlichungsvorlage gefaßt hat. Der Landtag machte nämlich seine Zustimmung zu dem sogenannten Verstaatlichungsgesetz davon abhängig, daß sich die Regierung verpflichte, im Weg des Gesetzes „wirtschaftliche Garantien“ für eine den Bedürfnissen des Verkehrs entsprechende Verwaltung der Staatseisenbahnen zu schaffen. Diese Garantien sollten in der Errichtung von Beiräten bei den Staatseisenbahndirektionen (Bezirkseisenbahnräten) und von Beiräten bei der Centralverwaltungsbehörde (Landeseisenbahnräten s. d.) geboten werden. Der an die Resolution sich anschließende und von der Regierung im Jahr 1880 eingebrachte diesbezügliche Gesetzentwurf wurde erst nach einigen wesentlichen Abänderungen in der Session 1882 angenommen und als Gesetz vom 1. Juni 1882 publiziert. Danach wurden mit 1. Januar 1883 B. eingerichtet für die Bezirke der kgl. Eisenbahndirektionen zu Bromberg, Berlin, Magdeburg, Hannover, Frankfurt a. M., Erfurt, je am Sitz der Direktionen, für die Bezirke der kgl. Eisenbahndirektionen zu Köln (rechtsrheinische und linksrheinische) und Elberfeld gemeinschaftlich in Köln. Mit besonderem Ministerialerlaß aus dem Jahr 1884 wurden ferner B. auch für die kgl. Eisenbahndirektionen zu Breslau und Altona in Breslau, bezw. in Altona bestellt. Die Mitglieder, sowie die im Fall der Behinderung eintretenden Stellvertreter werden von den Handelskammern, kaufmännischen Korporationen und den landwirtschaftlichen Provinzialvereinen (Centralbezirksvereinen), sowie von anderen Körperschaften und Vereinen auf drei Jahre gewählt. Die Zahl der Mitglieder und Stellvertreter, sowie deren Verteilung auf die verschiedenen Interessentenkreise ist durch besonderen Erlaß der Minister der öffentlichen Arbeiten, für Handel und Gewerbe und für Landwirtschaft, Domänen und Forste vom 20. Dezember 1882, 4. Jänner 1883, 27. Februar 1883, 19. September 1884, 29. Dezember 1885, 4. Jänner 1889 und vom 15. Februar 1889 geregelt und können auf Wunsch der beteiligten wirtschaftlichen Kreise überdies unter Zustimmung der betreffenden Regierung dort, wo der Bezirk einer Staatseisenbahndirektion außerpreußisches Gebiet — innerhalb des deutschen Reichs — umfaßt, auch aus diesem Gebiet Vertreter des Handelsstands, der Industrie oder der Land- und Forstwirtschaft zur Teilnahme an den Verhandlungen des B. zugelassen werden. Gegenwärtig sind die B. folgendermaßen zusammengesetzt:

a) der B. zu Bromberg aus 13 Vertretern des Handelsstands, 5 Vertretern der Industrie und 15 Vertretern der Land- und Forstwirtschaft (für jedes Mitglied ist ein Stellvertreter bestellt);

b) jener zu Berlin aus 12 Vertretern des Handelsstands (aus außerpreußischem Gebiet ein Vertreter der Handelskammer zu Leipzig), 8 Vertretern der Industrie und 14 Vertretern der Land- und Forstwirtschaft, nebst den Stellvertretern für jedes Mitglied;

c) der B. zu Magdeburg aus 6 Vertretern des Handelsstands (aus außerpreußischem Gebiet je ein Vertreter der Handelskammern zu Bremen und Leipzig), 8 Vertretern der Industrie und 10 der Land- und Forstwirtschaft, außerdem ist für jeden Vertreter ein Stellvertreter bestellt;

d) der B. in Frankfurt a. M. aus 11 Vertretern des Handelsstands, 9 Vertretern der Industrie und 13 Vertretern der Land- und Forstwirtschaft und ebensovielen Stellvertretern; ferner aus außerpreußischem Gebiet je aus einem Vertreter und Stellvertreter der großherzoglichen Handelskammern zu Offenbach, Mainz und Gießen, des mittelrheinischen Fabrikantenvereins zu Mainz und der landwirtschaftlichen Provinzialvereine zu Darmstadt und Mainz;

e) der B. zu Hannover besteht aus 12 Vertretern des Handelsstands, 7 Vertretern der Industrie und 16 Vertretern der Land- und Forstwirtschaft; für jedes Mitglied ist ein Stellvertreter bestellt, auch sollen zu den Beratungen je ein Vertreter und Stellvertreter der Handelskammer und des landwirtschaftlichen Provinzialvereins zu Gießen, der Handelskammer zu Bremen und des Vereins der Rheder des Unterwesergebiets in Bremen zugelassen werden;

f) der B. zu Köln besteht aus 26 Vertretern des Handelsstands, 17 Vertretern der Industrie und 14 Vertretern der Land- und Forstwirtschaft, sowie aus je einem Stellvertreter; außerdem sind aus außerpreußischem Gebiet je ein Vertreter und Stellvertreter der Handelskammer und des landwirtschaftlichen Provinzialvereins zu Gießen, der Handelskammer zu Bremen und des mittelrheinischen Fabrikantenvereins zugelassen;

g) der B. in Erfurt ist aus 8 Vertretern des Handelsstands, 10 Vertretern der Industrie und 10 Vertretern von land- und forstwirtschaftlichen Vereinen in Preußen, sowie von je einem Vertreter der Handelskammer zu Leipzig, der Gewerbekammer zu Weimar, der Handelskammer zu Gera, der kaufmännischen Innung zu Gotha, des anhalt'schen Industrievereins zu Dessau und der landwirtschaftlichen Centralstelle des Großherzogtums Sachsen-Weimar-Eisenach in Weimar zusammengesetzt. Für jeden Vertreter ist ein Stellvertreter bestellt;

h) der B. in Altona besteht aus 6 Vertretern des Handels, 6 Vertretern der Industrie und 8 Vertretern der Land- und Forstwirtschaft und deren Stellvertretern (außerdem ist ein Vertreter und ein Stellvertreter der Handelskammer zu Hamburg zugelassen);

i) der B. in Breslau besteht aus 9 Vertretern des Handelsstands, 6 Vertretern der Industrie, 10 Vertretern der Land- und Forstwirtschaft und ebensovielen Stellvertretern.

Die Mitgliedschaft im B. erlischt durch Tod oder Verzicht, ferner, wenn die betreffende Person zur Bekleidung öffentlicher Ämter dauernd oder auf Zeit unfähig wird, oder wenn über deren Vermögen der Konkurs eröffnet wird. Scheidet ein Mitglied aus was immer für einem Grund aus dem B. vor Ablauf der Periode, für welche derselbe gewählt ist, so ist für den Rest der Periode ein neues Mitglied zu wählen.

Jeder B. bestellt für die Erledigung dringender Sachen, sowie zur Vorbereitung seiner Beratungen aus seiner Mitte einen ständigen Ausschuß. Der B. ist von der betreffenden Staatseisenbahndirektion in allen die Verkehrsinteressen des Bezirks oder einzelner Distrikte derselben berührenden wichtigen Fragen zu hören. Namentlich gilt dies von wichtigeren Maßregeln bei der Feststellung oder Abänderung der Fahrpläne und der Tarife. In Angelegenheiten der vorbezeichneten Art kann der B. auch selbständig Anträge an die Staatseisenbahndirektion richten und von dieser Auskunft verlangen. Vorerhebungen, die er für erforderlich erachtet, hat die betreffende Staatseisenbahndirektion zu bewirken. Wenn die Eisenbahndirektion wegen Gefahr im Verzug ohne vorherige Anhörung des B. wichtigere zur Betriebszuständigkeit des letzteren gehörige Maßregeln getroffen hat, so muß sie hievon dem ständigen Ausschuß und dem B. als solchem bei dessen nächstem Zusammentritt Mitteilung machen. Der Geschäftsgang des B. und des Ausschusses, sowie die Organisation des letzteren ist durch ein besonderes Regulativ geordnet; danach ist eine wenigstens zweimal im Jahr stattfindende Zusammenberufung des B. angeordnet. Diesen Zusammenkünften können auf Einladung des Präsidenten der Staatseisenbahndirektion auch Vertreter anderer Eisenbahnverwaltungen oder Staatsbehörden beiwohnen. Zu und von den Sitzungen erhalten die Mitglieder der B. für die auf den Staatsbahnen und auf den unter Staatsverwaltung stehenden Privatbahnen Freifahrtscheine beliebiger Wagenklasse. Soweit für einen Teil der Reisen andere Privatbahnen benutzt werden müssen, wird das Fahrgeld in dem aufgewendeten Betrag zurückerstattet.

Dr. Ziffer.

Bezirksingenieure, s. Betriebsingenieure.

Bezirksmaschinenmeister, in Bayern und Sachsen übliche Bezeichnung; in Bayern bezeichnet man damit die den Oberbahnämtern zugeteilten Oberbeamten für den Betriebsmaschinendienst, in Sachsen dagegen die Vorstände von Werkstätten, welchen innerhalb eines Bezirks auch die Aufsicht über den Maschinendienst zukommt.

Bezugsfrist, die Zeit, innerhalb welcher die Abnahme des Gutes durch den Empfänger zu erfolgen hat, s. Annahme.

Bezugslinie, Begriff der allgemeinen Erdbaukunde, und zwar Bezeichnung für jene Teile des sogenannten Massenprofils, welche zur Verfügung stehende Bodenmassen, d. h. überschüssige Abtragsmassen darstellen, s. Massennivellement.

Bezugsschein, ein bei den Eisenbahnverwaltungen (in Österreich-Ungarn) in Gebrauch befindliches Formular, mit welchem den Empfängern die Ankunft einer Sendung angezeigt wird und durch dessen Besitz dieselben zur Empfangnahme des Gutes legitimiert sind. Der Empfänger hat den B. zu unterschreiben und dem das Gut ausfolgenden Beamten oder Bediensteten abzugeben; letzterer hat darauf die Aushändigung des Gutes vorzumerken und seinen Namen beizufügen. Bei den deutschen Bahnen sind B. nicht eingeführt, s. Abnahme.

Dr. Wehrmann.

Biancobillets, Blankobillets (Blankettkarten) (*Billets*, m. pl., *passe-partout*) sind entweder Kartonbillets nach Edmonson'schem System, bei welchen die Bestimmungsstation nicht vorgedruckt ist, sondern erst ausgefüllt werden muß, oder es sind Zettelbillets, welche einem Block (gewöhnlich aus 100 fortlaufend numerierten Stücken bestehend) entnommen und für jeden einzelnen Fall handschriftlich ausgefertigt werden. Der Zweck der B. ist, die Kartonbillets mit vorgedruckter Bestimmungsstation hinsichtlich jener Relationen zu ersetzen, in welchen nur selten ein Verkehr stattfindet. Ferner finden B. als Kinder- und Militärfahrkarten vielfach Verwendung. (Über die Versuche, die B. ganz an die Stelle der Edmonson'schen Billets mit Vordruck zu setzen, s. Billet).

In Deutschland gelangen B. teils als Kartonbillets, teils als Blockbillets zur Ausgabe. Die Blockbillets dienen entweder als Fahrlegitimationen für Civilreisende oder für Militärpersonen und bestehen aus drei Teilen. Ein Teil stellt die eigentliche Fahrkarte dar, der andere Teil (Coupon) gilt zu Kontrollszwecken und der dritte Teil (Stamm) verbleibt bei der Expedition.

Die Bahnen Österreichs verwenden gleichfalls Kartonbillets und Blockbillets als B. Die Blockbillets (für Civilpersonen) bestehen aus Blocks zu 100 Karten, welche in fortlaufender Reihenfolge numeriert sind und je drei Blätter mit gleicher Ordnungsnummer enthalten.

Die Ausfertigung erfolgt durch das Pausverfahren; das erste Blatt dient zur Verrechnung, das zweite bildet die eigentliche Fahrkarte, das dritte dient zur Kontrolle. Die Militärbiancofahrkarten bestehen aus zwei Teilen: dem Original, welches bei der Expedition als Rechnungsbeleg zurückbleibt, und der eigentlichen Fahrkarte, welche dem Reisenden ausgefolgt wird. Dieselben sind in roter Farbe gedruckt, gewöhnlich in Blocks zu je 50, bezw. 100 Doppelnummern gebunden.

In Frankreich sind die B. entweder Kartonbillets ohne vorgedruckter Bestimmungsstation oder Blockbillets (*Billets passe-partout en papier*). Letztere werden für Personen ausgegeben, welche in größerer Gesellschaft unter Führung einer bestimmten Person reisen, z. B. Zöglinge, Schüler, Gefangene u. dgl. Diese B. bestehen aus vier Teilen, und zwar aus dem gemeinsamen Fahrbillet für die Reisenden, dem Duplikat für die Person, unter deren Führung die Reise unternommen wird, dem Teil für die Kontrolle und dem Talon, welcher bei der Billetexpedition verwahrt wird. Ferner finden B. noch für die

Beförderung einzelner besonders bezeichneter Personen Verwendung, welche eine Fahrpreisermäßigung genießen.

Bei den belgischen Staatsbahnen erscheinen nur Kartonbillets Edmonson'schen Systems ohne vorgedruckte Bestimmungsstation, ohne vorgedruckten Preis und Ordnungsnummer als B. Dieselben bestehen aus zwei Teilen: der eigentlichen Fahrkarte *(Coupon special)* und dem Stamm *(Souche)*, welcher bei der Billetexpedition zurückbleibt.

Bei einigen schweizerischen Bahnen sind im Personenverkehr sogenannte Passepartoutbillets für sämtliche Wagenklassen zur Einführung gelangt, die gleichfalls den Zweck haben, die Kartonbillets zu ersetzen. Die Passepartoutbillets bestehen aus zwei Teilen, von denen der eine größere dem Reisenden abzugeben, der andere kleinere vom Einnehmer aufzubewahren ist. Schriftlich auszufüllen ist auf diesen B. die Bestimmungsstation, die Gültigkeitsdauer und der Fahrpreis, eventuell auch die Route.

Die B. der italienischen Eisenbahnen sind entweder Kartenbillets oder Blockbillets. Erstere bestehen aus zwei Teilen, von denen der größere als Fahrkarte dient, der kleinere als Stamm bei der Billetexpedition behufs Kontrolle zurückbleibt. Die Blockbillets sind in 100 Stück gebunden und für jede Klasse auf Papier von anderer Farbe gedruckt.

Dr. Ziffer.

Bibliotheken *(Libraries,* pl.; *Bibliothèques,* f. pl.), Büchereien der Eisenbahnen, Sammlungen von Büchern und Zeitschriften, welche zum Bahneigentum gehören. B. sind gegenwärtig bei fast allen Eisenbahnen eingerichtet, dienen den Bahnbediensteten zur Belehrung, bezw. Erweiterung ihrer Kenntnisse und bestehen ihrem Zweck entsprechend zumeist aus fachlichen Werken. Die Zeit und Art der Benutzung wird durch eine besondere Bibliotheksordnung geregelt. Beispielsweise zählte 1888 die B. der königl. württembergischen Staatseisenbahnen 7212 Bände, die B. der österreichischen Staatsbahnen ungefähr 7000 Bände (2140 Werke), die B. der österreichischen Nordbahn 2300 Bände, die B. der österr.-ungar. Staatseisenbahngesellschaft 800 Bände.

Außer diesen B., welche nur internen Verwaltungszwecken dienen, sind auf größeren Stationen einzelner Bahnen vielfach Leihbibliotheken zur Benutzung für die Reisenden errichtet, welche ein beliebiges Buch gegen Erlag des Werts und Erstattung eines Lesegelds entlehnen und am Ort der Ankunft gegen Rückempfang der Einlage das Buch wieder abgeben können. Diese B. bilden in der Regel keinen Bestandteil des Bahneigentums, sondern sind Eigentum privater Unternehmungen, welche den Bahnverwaltungen hiefür ein Entgelt leisten, s. Leihbibliotheken.

Biegen der Schienen, s. Schienenbiegmaschinen.

Biegungsprobe der Schienen, s. Schienenproben.

Bielathal-Bahn, die 26,14 km lange, am 6. Juni 1874 eröffnete Teilstrecke Türmitz-Bilin der k. k. priv. Aussig-Teplitzer Eisenbahngesellschaft (s. d.). Die Konzession der B. war ursprünglich einem Privatkonsortium für die Strecke Aussig-Bilin verliehen (20. Dezember 1871), welches die Konzession an die Aussig-Teplitzer Bahn weiterveräußerte, nachdem das Handelsministerium die Übertragung genehmigt und gestattet hatte, daß die Einmündung der neuen Strecke bei Türmitz statt bei Aussig erfolge.

Bielitz-Kalwarya, s. Kaiser Ferdinands-Nordbahn.

Biel-Magglingen (Schweiz), Drahtseilbahn von 1633 m Länge, 1 m Spurweite, 320 mm größter, 270 mm durchschnittlicher Steigung. In der Steigung gemessen beträgt die Bahnlänge rund 1700 m, die erstiegene absolute Höhe ist 442 m. Das Profil wurde, um die Erdarbeiten zu vermindern, möglichst dem Terrain angepaßt; der bedeutendste Kunstbau besteht in einer eisernen Brücke von 70 m Länge. Die Schienen wiegen 20 kg pro Laufmeter. Drei Schienenstränge bilden zwei Gleise, welche sich nur in der Mitte auf circa 100 m Länge voneinander entfernen, um die Kreuzung des aufwärts fahrenden Wagens mit dem abwärts fahrenden zu ermöglichen. Jedes Gleis enthält eine Zahnstange, System Riggenbach. Das Drahtseil hat 33 mm Durchmesser und wiegt 3,6 kg pro Laufmeter. Ein zweites, von den Wagen nach abwärts gehendes Seil dient als Gegengewicht für das obere Seil, um den Wasserbedarf auf ein Minimum zu setzen, mit welchem die Bahn durch Belastung des absteigenden Wagens betrieben wird. Die beiden Wagen haben Platz für je 50 Personen. Sie sind mit automatischer, auf das Zahnrad wirkender Bremse versehen. Das Wasserreservoir kann 6 m^3 aufnehmen. Der vollbelastete Wagen wiegt 12 t. Das Anlagekapital beträgt 383 327 Frs. (275 344 Frs. pro km). Die Bahn wurde am 2. Juni 1887 eröffnet und hat im genannten Jahr bis 17. November täglich 24 Züge im Durchschnitt ausgeführt; in den folgenden Jahren wurde sie vom 1. Mai bis 15. November betrieben. Ihr Ausgangspunkt ist die Pasquartpromenade bei Biel, ihr Ziel das kleine Bergdorf und Kurhaus Magglingen (900 m über Meer) mit Aussicht auf das Vorland und Biel, seinen See, die St. Petersinsel, ferner auf das schweizerische Mittelland und die Alpenkette vom Säntis bis zum Montblanc.

Dietler.

Bienenzucht der Bahnwärter ist auf Grund mehrfacher Anregungen (s. u. a. V.-Z. 1884, Nr. 29) versuchsweise mit Unterstützung der betreffenden Verwaltungen auf einzelnen deutschen und österreichischen Bahnstrecken eingeführt worden; so wurde im Jahr 1884 ein bezüglicher Versuch mit Unterstützung der Redaktion der Österreichisch-ungarischen Bienenzeitung auf der Strecke Neulengbach-Pöchlarn der österreichischen Staatsbahnen gemacht. Die Bahnwächter erhielten den einschlägigen Unterricht, sowie die nötigen Gerätschaften. Ein weiterer Versuch in größerem Maßstabe wurde insbesondere auf der 24 km langen Strecke Brünn-Rossitz der österreichisch-ungarischen Staatseisenbahngesellschaft angestellt. Auch hier wurden die Wächter mit einer Anleitung zum Betrieb der B. beteilt und ihnen wo nötig ein besonderer Kredit zur Anschaffung der notwendigen Ständer, Materialien und Werkzeuge gewährt. Nach der verhältnismäßig kurzen Zeit von zwei Jahren hat die B. eine nennenswerte Ausdehnung gefunden und auch einen angemessenen Ertrag geliefert.

Auch auf mehreren Staatsbahnstrecken in Böhmen hat man die Bahnwärter zur B. veranlaßt. Im allgemeinen kann aus den Resultaten dieser Versuche entnommen werden, daß die B. durch die Bahnwärter in Gegenden, welche den Bienen eine gute Nahrung bieten, jedenfalls als nutzbringende Nebenbeschäftigung empfohlen werden kann.

Bienenzüge, Sonderzüge, welche zu dem Zweck eingeleitet werden, um die Bienen von Gegenden mit größerer Bienenzucht nach solchen Orten zu schaffen, wo sich geeignete Weideplätze für diese vorfinden.

Die B. werden insbesondere zur Zeit der Blüte des Buchweizens (Heidens), und zwar, um das Schwärmen der Bienen zu vermeiden, zur Nachtzeit geführt; über den Verkehr der B. haben die Stationen die interessierten Züchter rechtzeitig zu verständigen. Nach etwa sechs Wochen werden die Stöcke in ähnlicher Weise zurückbefördert.

Sonstige Bienensendungen werden in gewöhnlichen Güterzügen, und zwar meistens ebenfalls zur Nachtzeit befördert; in Ermanglung geeigneter Güterzüge zur Nachtzeit werden Bienenstöcke und Körbe auf den deutschen Bahnen mit Personenzügen (Schnellzüge ausgenommen) zu den einfachen Stückgut-, bezw. Wagenladungssätzen befördert.

Die Aufnahme der Bienenstöcke geschieht in Österreich als gewöhnliches Stückgut nach dem Gewicht und nicht als lebendes Vieh; in Deutschland nach den Stückgut-, bezw. Wagenladungsklassen. Begleitpersonen werden in der Regel nicht gefordert. Werden solche von den Versendern beigegeben, so genießen sie als Viehbegleiter in Österreich die tarifmäßigen Fahrtbegünstigungen.

Für Preußen ist zufolge Ministerialerlasses vom 12. Juli 1888 bei Beförderung von Bienensendungen in Güterzügen auf Verlangen je einem Begleiter gegen Lösung einer Karte III. Klasse die Mitfahrt im Packwagen zu gestatten.

Biertransporte erfordern namentlich während der wärmeren Jahreszeit eine rasche Beförderung und werden in neuester Zeit gewöhnlich in hierzu besonders eingerichteten, mit Kühlvorrichtungen versehenen Specialwagen, Bierwagen, verladen.

Die Bierwagen (s. d.) werden teils von den Bahnverwaltungen gestellt, teils von den exportierenden Brauereien oder den allenfallsigen sonstigen Bierversendern auf eigene Kosten angeschafft; in letzterem Fall werden die Wagen in den Wagenpark der Versandbahn eingereiht und über den Modus der Benutzung zwischen Bahnverwaltung und Bierversender eigene Verträge abgeschlossen. Die Bahnverwaltung verpflichtet sich diesen zufolge die im Eigentum des Versenders verbleibenden Wagen nur für Transporte desselben zu verwenden, doch bleibt bei der jedesmaligen Rückkehr die Ausnutzung der leeren Wagen durch die Bahnen nach Maßgabe der jeweils gültigen Bestimmungen des Wagenregulativs vorbehalten. Die Wageneigentümer haben in der Regel auf jede Wagenmiete zu verzichten, wogegen die Bahn die Reinigung und Unterhaltung der Wagen auf ihre Kosten übernimmt. Die Abfertigung der Wagen kann vom Versender nur dann verlangt werden, wenn dieselben bis zu einem gewissen Prozentsatz ihrer Tragfähigkeit (meistens 50% in minimo) beladen sind; außerdem haben die Versender dafür einzustehen, daß die Wagen in gewissen Zeiträumen eine bestimmte Anzahl von Kilometern zurücklegen, um nicht eine zu schlechte Ausnutzung derselben platzgreifen zu lassen. Seitens der Bahnen werden den Bierversendern verschiedene Vorteile gewährt, einmal insofern, daß die B. eine möglichst rasche Beförderung (mit Eilgüter- oder Personenzügen) finden, sodann daß Eisbehälter und Eis, welche von den Versendern von B. in Wagenladungen diesen letzteren beigegeben werden, wie die von den Versendern gestellten eigenen Decken und sonstigen Transportutensilien behandelt und daher frachtfrei belassen werden. Auf den deutschen und Schweizer Bahnen bleibt die Anwendung der Klasse A1 von der Frachtzahlung für mindestens 5000 kg und die Anwendung der Klasse B von der Frachtzahlung für mindestens 10 000 kg pro Wagen und Frachtbrief auch bei den B. abhängig, und es darf unter Einrechnung des Gewichts der Eisbehälter und des Eises die zulässige Maximalbelastung der Wagen nicht überschritten werden.

Auf den italienischen Bahnen wird das in den Eisbehältern der Biertransportwagen enthaltene Eis nicht wie das im Wagen verladene Gut tarifiert, sondern als Vermehrung der Tara des Wagens angesehen. Es wird daher das Bruttogewicht des beladenen Wagens festgestellt und die Differenz zwischen dem so erhaltenen Gewicht und dem Gewicht des Gutes als Eigengewicht des Wagens angenommen. Letzteres bleibt bei Wagen ohne Bremse bis zur Höhe von 7500 kg und bei Wagen mit Bremse bis zur Höhe von 8000 kg frachtfrei.

Die französischen Bahnen gewähren für B. ermäßigte Specialtarife bei einem Gewicht von mindestens 5000 kg (einzelne Bahnen gewähren für B. Tarifbegünstigungen schon bei einem Gewicht von 500 kg).

Welchen Umfang der Bierversand in den letzten Jahren angenommen hat, geht daraus hervor, daß im Jahr 1887/8 allein auf den deutschen Bahnen cirka 845 870 t zur Beförderung gelangten. Dr. Wehrmann.

Bierwagen (Biertransportwagen), sind Kastenwagen zum Biertransport auf größere Entfernungen mit Einrichtungen, welche das Bier vor schädlichen Temperatureinflüssen schützen.

Die Temperatur im Wagen soll dauernd +8 bis 10° C. betragen, wobei eine Lufterneuerung nicht nötig ist. Zu diesem Zweck werden die B. mit dicht schließenden Thüren und möglichst schlecht wärmeleitenden Umfassungswänden ausgeführt, sowie mit Eisreservoirs versehen.

Das Bier gelangt in Gebinden von Eichenholz zur Versendung, deren Inhalt zumeist 1 hl, 0,5 hl, 0,3 hl oder 0,25 hl beträgt; Fässer mit 2 hl werden selten verwendet.

Das Leergewicht der Fässer ist sehr verschieden und hat bei einem Fassungsraum von

2 hl	90—100 kg
1 „	42—68 „
0,5 „	25—37 „
0,3 „	25—37 „
0,25 „	18—22 „

Für weitere Transporte werden die stärkeren, schwereren Gebinde verwendet.

In nachstehender Tabelle sind die mittleren Dimensionen und Gewichte für die meist ge-

bräuchlichen Biergebinde verzeichnet, wobei das specifische Gewicht des Biers mit 1,02 in Rechnung gestellt ist.

Faßinhalt in Hektoliter	Im Mittel, Faß			
	Länge in Millimeter	Durchmesser in Millimeter	Gewicht in Kilogr.	
			leer	voll
2	800	750	96	300
1	700	640	53	155
0,5	600	500	34	85
0,3	490	440	24	55
0,25	450	420	21	47

Am häufigsten werden Fässer von circa 0,5 hl versendet, trotzdem sich bei Verwendung größerer Gebinde eine um circa 20% höhere Nettoladung erzielen läßt.

Bei einer mittleren Eisbeschickung von circa 900 kg können in einem Wagen mit 10 000 kg Ladefähigkeit einschließlich des Eises zur Verladung gelangen:

31 St. Fässer	à 2	hl	mit 62	hl	Bier
60 „ „	à 1	„	„ 60	„	„
111 „ „	à 0,5	„	„ 55,5	„	„
170 „ „	à 0,3	„	„ 51,0	„	„
200 „ „	à 0,25	„	„ 50,0	„	„

Die Verladung erfolgt in der Regel derart, daß die unterste Faßreihe stehend im Wagen gelagert wird und die oberen Reihen liegend auf die erstere geschlichtet werden. Für 10 000 kg Ladefähigkeit entsprechen lichte Kastendimensionen von 6,5 m Länge, 2,5 m Breite und 2,1 m Höhe vom Fußboden bis zum Dachanlauf, wobei die Reservoirs ohne Dachaufbau unterhalb der Decken angebracht werden können.

Von wesentlichem Einfluß für die Erhaltung einer entsprechenden Temperatur im Wagen ist die Konstruktion der Umfassungswände und der Verschlüsse der Seitenthüren, sowie der Dachluken, durch welche das Eis in die Reservoirs eingebracht wird. Fußboden, Decken, Seiten und Stirnwände werden mit doppelten oder dreifachen Verschalungen ausgeführt, wobei die Zwischenräume zwischen den Wänden entweder leer bleiben und sich nur atmosphärische Luft in denselben befindet, oder mit anderen schlechten Wärmeleitern, wie Asche, Lösche, Schlackenwolle, Holzspäne, Häckerling etc. ausgefüllt werden.

Diese losen Ausfüllmaterialien haben im allgemeinen den Nachteil, daß sie nach kurzer Zeit zusammensinken und die oberen Teile der Zwischenräume nicht mehr ausfüllen. Zur Vermeidung dieses Umstands werden in neuerer Zeit die Zwischenräume mit Korksteinen ausgemauert. Diese Korksteine sind aus verkleinerten Korkabfällen hergestellt, welche mit Cement vermengt, bezw. verbunden sind, wodurch man poröse und leichte Körper (im Gewicht von circa 350 kg pro Kubikmeter) erhält.

Die Fugen zwischen den Steinen werden mit Gips ausgegossen.

Hygroskopisches Füllmaterial, wie Häckerling und Holzspäne, ist nicht zu empfehlen, weil dasselbe die Feuchtigkeit anzieht und zum baldigen Abfaulen der Kastenhölzer beiträgt, daher ist das Leerlassen der Zwischenräume der Verwendung eines derartigen Füllmaterials vorzuziehen.

Zuweilen läßt man auch zwischen der äußeren und der ersten inneren Verschalung in den Seitenwänden und dem Dach durch besondere an den Stirnwänden angebrachte Öffnungen (Luftschlitzen) Luft durchstreichen, um durch den Luftzug während der Fahrt eine Abkühlung der äußeren Wände zu bewirken.

Letztere Anordnung ist besonders für die Wagendecke zweckmäßig, weil diese durch die direkte Einwirkung der Sonnenstrahlen am meisten erwärmt wird. Diese Luftschlitze müssen jedoch in den Wintermonaten verschlossen werden, um in dieser Zeit eine zu große Abkühlung der Wände zu verhindern.

Ein sehr wirksames Mittel gegen Wärmeleitung ist auch die Verkleidung der mittleren Zwischenwände mittels Pappendeckel oder Filzpapier.

Zum Einsteigen in die Wagen und zum Ein- und Ausladen der Fässer werden an den Seitenwänden zweiflügelige Thüren mit Öffnungen von circa 1,5 m Breite und 1,4 m Höhe angebracht. Die Thürflügel sind in gleicher Weise wie die Seitenwände mit mehrfacher Verschalung, die Thürfalze mit Filzbelag oder Polsterungen, möglichst dicht schließend hergestellt. Damit die Thürverschlüsse einen guten Anschluß der Thüren an die Thürrahmen sichern, werden solche Verriegelungen angewendet, welche in oben und unten am Kasten befindlichen Kloben eingreifen.

Die Eisreservoirs, welche je nach den Transportdistanzen und den Witterungsverhältnissen einen Fassungsraum von 700—1500 kg Eis erhalten, werden aus Zink- oder Eisenblech, 3—5 mm stark, ausgeführt und unterhalb der Wagendecken an Querträgern, welche an den Seitenwänden befestigt sind, aufgelagert, oder in dem hierfür angebrachten Dachaufbau aufgestellt; im letzteren Fall liegen die Reservoirs auf den Dachbögen auf. Gewöhnlich werden zwei Eisreservoirs mit einem Gesamtfassungsinhalt von 1—2 m^3 angebracht. Zuweilen werden auch in die Reservoirs Roste aus hölzernen Latten eingelegt, um das Eis besser vom Schmelzwasser zu trennen.

Für eine stetige Abführung des Tauwassers muß vorgesorgt sein, weil die Ansammlung des Wassers in den Reservoirs das Schmelzen des Eises beschleunigen würde.

Die Tauwasserablaufrohre, welche an der tiefsten Stelle in die Reservoirs einmünden, erhalten entweder am unteren Ende außerhalb des Wagenkastens oder auch unmittelbar unter dem Reservoirboden im Wagen einen syphonartigen Teil, um mittels Wasserabschluß das Eindringen der äußeren Luft und des Staubes in die Eisreservoirs zu verhindern.

Bei niederen Lufttemperaturen, etwa unter + 6° C., bei welchen eine Eiskühlung selbstverständlich entfällt, werden diese Abflußrohre an ihrem unteren Ende mittels Stöpsel verschlossen.

Eine zweckmäßige Konstruktion einer Tauwasserableitung mit syphonartigem Wasserabschluß ist in Fig. 186 dargestellt. Das gebogene Stück *a* kann abgenommen und sodann das auf beiden Seiten offene, gerade Abflußrohr leicht gereinigt werden.

Das Einbringen der Eisstücke in das Reservoir erfolgt durch viereckige Luken, welche im Dach oberhalb des Reservoirs angebracht und durch dicht passende, abnehmbare oder umlegbare Deckel verschließbar sind.

Die Seitenthüren und Lukendeckel sind mit Plombenösen für den Zollverschluß zu versehen.

Für Strecken mit etwa 30 Stunden Transportdauer genügen im Sommer bei mittleren Witterungsverhältnissen zur Erhaltung einer entsprechenden Temperatur in Wagen mit 30 m^3 Laderaum ungefähr 1000 kg Eis.

Für Transporte im Winter bei sehr niederer Lufttemperatur werden die Fässer auf Stroh gelagert und mit Stroh umhüllt. Erforderlichenfalls werden außerdem Wärmflaschen mit heißem Wasser gefüllt und in entsprechender Anzahl in die Wagen zwischen den Fässern auf eine Lage von Stroh am Fußboden eingelegt.

Bei den gegen Wärmeübertragung geschützten Wänden genügt eine verhältnismäßig geringe Anzahl von Wärmflaschen, um für

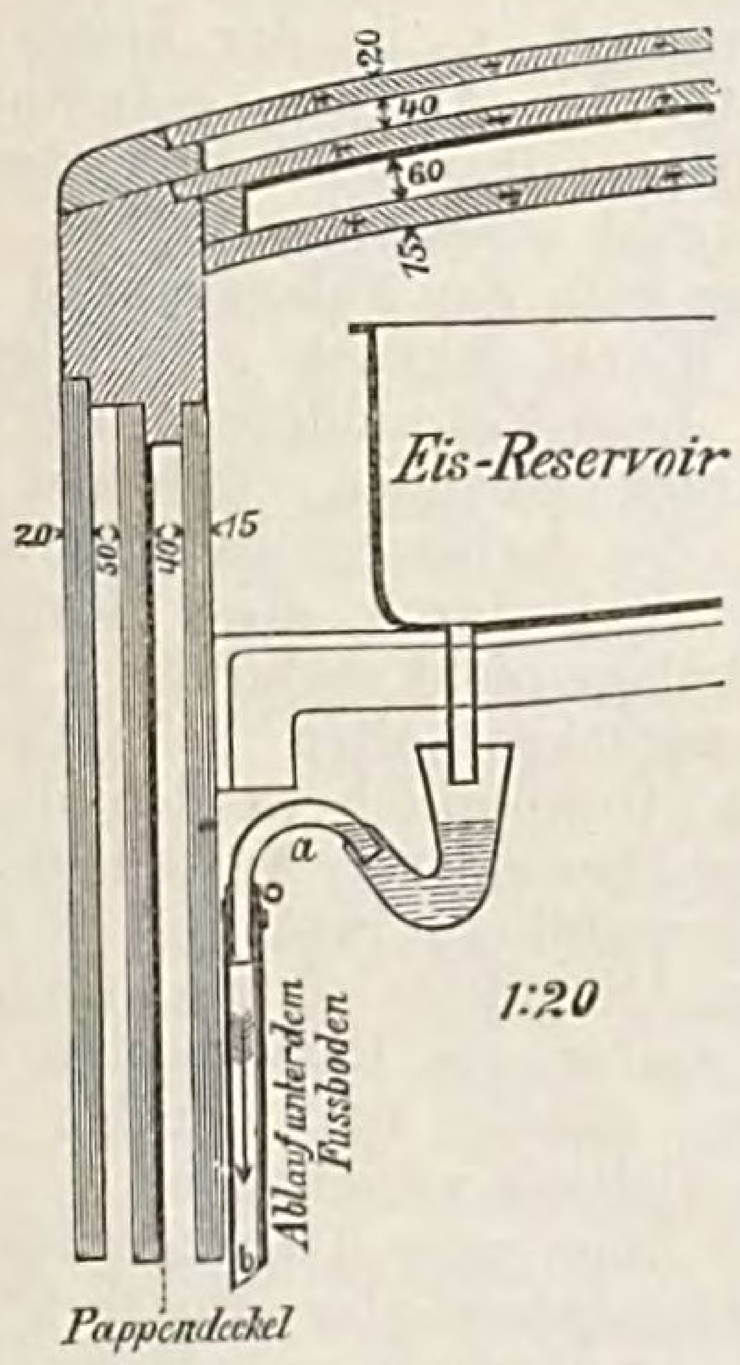


Fig. 186.

Transporte von 30—40 Stunden in den Wagen eine solche Temperatur (+ 5 bis 10°) zu erhalten, damit keine Schädigung des Biers eintritt.

Zweckentsprechender als Wärmflaschen mit heißem Wasser sind solche mit einer Füllung von essigsaurem Natron, weil diese nahezu dreimal solange Wärme abgeben.

Stabile Heizeinrichtungen mit Hängeöfen oder dgl. werden nur in Gegenden mit sehr niederen Lufttemperaturen angewendet. Das Vorhandensein einer Feuerstelle in Güterwagen ist aber immer mißlich und erfordert eine sehr sorgsame Überwachung.

Eine Beheizung mit Dampf kann nur selten angewendet werden, weil die Wagen häufig in Güter- und Gütereilzüge eingestellt werden, bei welchen die für Dampfheizung erforderlichen Einrichtungen fehlen.

Die B. werden jedoch meistens mit Dampfleitungen und allen erforderlichen Einrichtungen (Leitungen für durchgehende Bremsen, für Interkommunikationssignale etc.) versehen, um sie auch in Personenzügen einstellen zu können.

Nach den Wagenstandsverzeichnissen vom Jahr 1889 waren bei den Bahnen des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen im ganzen 1688 Biertransportwagen vorhanden, und zwar:

auf den bayerischen Staatsbahnen	868	Wagen
„ „ preußischen „	281	„
„ „ elsaß-lothringischen Eisenbahnen	138	„
„ „ österr. Staatsbahnen	128	„
„ „ übrigen österreichisch-ungarischen Bahnen	81	„
„ „ sächsischen Staatsbahnen	50	„
„ „ übrigen Bahnen des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen	142	„

Die B. haben ein Eigengewicht von 8000 bis 10 000 kg und im Mittel

eine lichte Länge von	6,5	m
„ „ Breite „	2,4	„
„ „ Höhe an den Seitenwänden von	2,1	„

und eine Tragfähigkeit von 8—11 t.

Die Anschaffungskosten eines Biertransportwagens mit dreifacher Verschalung, 10 t Tragfähigkeit, betragen ohne Bremse etwa 4000 bis 5000 Mk., die Kosten eines solchen Wagens mit Bremse etwa 5200 bis 5700 Mk.

Schützenhofer.

Bifilarwicklung, Bewicklung eines Elektromagnets oder Solenoids in der Weise, daß die einzelnen Drahtwindungen entgegenlaufen, so daß die Wirkungen eines den Draht durchlaufenden Stroms aufgehoben werden. Die B. findet als Ergänzungswicklung dann Anwendung, wenn für eine gegebene Anzahl wirksamer Drahtwindungen ein ganz bestimmter Widerstand des Leiters gefordert wird. In diesem Fall bestimmt man vorerst genau den Widerstand des Drahts, windet die vorgeschriebene Anzahl der Windungen normal und den übrigbleibenden Drahtrest bifilar auf. Die B. kommt zumeist nur bei feinen und empfindlichen Meßinstrumenten in Anwendung.

Biharer Vicinalbahnen (*Bihari helyi érdekü vasutak részvény társaság*) (128,33 km), im Eigentum der Biharer Vicinaleisenbahn-Aktiengesellschaft mit dem Sitz in Budapest, umfassen die Hauptlinie (Großwardein)-Püspöky-Ér-Mihályfalva (60,26 km), die Abzweigung Székelyhid-Margitta (25,49 km) und die Flügelbahn Großwardein-Kót (42,58 km). Schon im Jahr 1868 hatten mehrere Gutsbesitzer des Biharer Komitats eine Eisenbahnverbindung von Großwardein nach Ér-Mihályfalva angestrebt und für den Bau dieser Linie die Vorkonzession erhalten. Auch für die übrigen Strecken der nunmehrigen B. wurden bis 1883 Vorkonzessionen an einzelne Unternehmer erteilt. Die Verwirklichung des Projekts scheiterte jedoch an der Schwierigkeit der Beschaffung des notwendigen Kapitals. Erst als das Biharer Komitat sich anheischig machte, 700 000 fl. à fonds perdu beizusteuern und die Staatsverwaltung zu diesem Zweck die Aufnahme eines in 50 Jahren zu tilgenden Anlehens bewilligte, außerdem auch noch an dem Unternehmen sich mit 300 000 fl. beteiligte, waren die Schwierigkeiten der Kapitalsbeschaffung behoben. Auf Grund eines Gesetzes vom 31. Mai 1885 wurde sodann einem Konsortium die Konzession zum Bau und Betrieb dieser Linien erteilt, welche die Bezeichnung „Biharer Vicinalbahnen" führen

und im allgemeinen nach den Bestimmungen des Lokalbahngesetzes hergestellt werden sollten. Im Mai 1886 begann der Bau und wurden die Arbeiten derart gefördert, daß die Hauptlinie samt Abzweigung am 2. Juli 1887, die Flügelbahn im November desselben Jahrs dem Verkehr übergeben werden konnte. Die B. dienen sowohl dem Güter- als auch dem Personentransport. Den Betrieb führt die Direktion der königl. ungarischen Staatseisenbahnen (Betriebsleitung in Kolozsvár) auf Grund eines Vertrags vom 6. Juli 1886. In Ér-Mihályfalva haben die B. Anschluß an die ungarische Nordostbahn. Das Anlagekapital beträgt 3 875 000 fl. in Stamm- und Prioritätsaktien. Nach dem Rechenschaftsbericht für das Jahr 1888 ergab sich ein Betriebsüberschuß von fl. 68 719 fl.; das Anlagekapital verzinst sich mit nicht ganz 2%.

Dr. Ziffer.

Bilanz (*Balance; Bilan*, m.), Vermögensbilanz, ist die ziffernmäßige Gegenüberstellung des gesamten Aktiv- und Passivstands eines Unternehmens am Schluß einer Geschäftsperiode.

B. im engeren Sinn ist die aus der Vermögensbilanz (Hauptbilanz) und den Buchauszügen erstellte, mit einem Aktiv- oder Passivsaldo abschließende Nettobilanz. Die Jahres-B. soll einen möglichst klaren Überblick über den Stand des Vermögens am Schluß des Geschäftsjahrs gewähren. Die Eisenbahnen sind zur Aufstellung von B. teils durch besondere Gesetze (Konzessionsgesetze), teils durch die Handelsgesetze verpflichtet, und sind die Grundsätze, nach welchen die B. aufzustellen, sowie der Gewinn zu berechnen und auszuzahlen ist, entweder im Verordnungsweg festgesetzt oder im Gesellschaftsvertrag (Statut, s. österreichisches und deutsches allgemeines Handelsgesetzbuch, Art. 209, Punkt 6) mit staatlicher Genehmigung bestimmt. Nach dem deutschen und österreichischen Handelsgesetz (Art. 239) muß den Aktionären spätestens in den ersten sechs Monaten jedes Geschäftsjahrs eine B. des verflossenen Geschäftsjahrs vom Vorstand der Gesellschaft vorgelegt werden.

Was die Aufstellung der B. (Vermögensbilanz) bei Eisenbahnen betrifft, so besteht der wesentliche Unterschied gegenüber den B. anderer Geschäfte darin, daß bei den Eisenbahnen nicht im Sinn des Art. 31 des allgemeinen deutschen und des österreichischen Handelsgesetzes die sämtlichen Vermögensstücke und Forderungen nach jenem Wert angesetzt werden, welcher ihnen zur Zeit der Aufnahme beizulegen ist, sondern daß alle Vermögensobjekte, welche keinen marktgängigen Preis haben und demzufolge eine zuverlässige Wertschätzung nicht erfahren können, mit den „Selbstkosten" in die B. eingesetzt werden. Es wird somit bei Eisenbahnen fortdauernd der für die Herstellung und Ausrüstung aufgewendete Betrag inklusive Kursverluste, Bauzinsen, Prämien etc., ferner inklusive der Beteiligung an anderen Unternehmungen mit dem Erwerbspreis, unter Ausgleich der Wertabnutzung durch einen Erneuerungsfonds wenigstens insolange als Activum einzustellen sein, als nicht jene Herstellungen ganz oder zum Teil zu Grunde gegangen sind. Dieser Grundsatz ist auch gelegentlich eines Erkenntnisses seitens des deutschen Reichsoberhandelsgerichts anerkannt worden. Diesem Aktivposten ist als Passivum der Nominalbetrag des gesamten Anlagekapitals gegenüberzustellen.

Wird bei Emission von Obligationen oder Aktien ein den Nennwert übersteigender Erlös erzielt, so ist dieser Gesamtbetrag als Aktivum, der geringere Nominalwert der Titres als Passivum einzustellen. In gleicher Weise sind alle späterhin, für Herstellungen und Anschaffungen, welche den Wert der Bahnanlagen erhöhen, aufgewendeten Beträge als Activum aufzunehmen, welchem — insofern die Geldbeschaffung im Weg einer Emission von Aktien oder Obligationen erfolgt — der volle Nennwert dieser Titres gegenüberzustellen ist; bei Bedeckung durch Aufnahme einer schwebenden Schuld oder aus den Betriebsmitteln (Überschüssen) ist der wirklich aufgewendete Betrag in die Passiven aufzunehmen. Bei Fundierung einer schwebenden Schuld im Weg der Ausgabe neuer Titres gelten hinsichtlich der Kursverluste oder Gewinne die für die Buchung der Beträge für die erste Anlage maßgebenden Grundsätze.

Wird der bei Begebung der Titres (Aktien, Obligationen) erzielte Betrag nicht voll in der Anlage investiert, so ist der nicht verwendete Betrag unter den Aktiven, getrennt vom Anlageconto (Generalbauconto etc.), etwa als deponiertes Baugeld auszuweisen.

Nachdem sich das Anlagekapital durch Einlösung der Titres jährlich vermindert, so muß in der B. diese Verminderung des Passivums zum Ausdruck gelangen, während eine Verminderung des Anlagecontos (Aktivums) nicht stattfindet, weil durch diese Einlösung der Wert der Anlage nicht vermindert, sondern nur um den zurückgezahlten Schuldbetrag entlastet wird. Gewöhnlich werden die verlosten Titres unter besonderer Ausweisung im Passivum weitergeführt; inwieweit der Vorgang, verloste und eingelöste Titres, somit bezahlte Schulden, weiter als Passivposten in die B. einzustellen, richtig ist, darüber gehen die Meinungen vielfach auseinander.

Was die Zins- oder Tilgungsrückstände für Prioritätsobligationen oder schwebende Schulden anbelangt, so unterliegt es keinem Zweifel, daß dieselben ein Passivum bilden; von verschiedenen Seiten wurde jedoch auch die Frage ventiliert, ob nicht auch Zinsrückstände für Prioritätsaktien unter den Passiven zu führen sind. Diesbezüglich wird aber eingewendet, daß diese Rückstände erst dann zur Schuld werden, wenn die für ihre Zahlung erforderlichen Mittel vorhanden sind; solche Rückstände seien daher besonders in Evidenz zu halten und nur dann und insoweit in die B. einzustellen, als in dem betreffenden Geschäftsjahr die Mittel zur Deckung reichen. Bei garantierten Bahnen werden die Barvorschüsse samt den Verzugszinsen eine Passivpost bilden, welcher als Aktivum die Erfordernisse für die Zinsen oder sonstigen Beträge aus dem Titel der Garantie gegenüberstehen. Hinsichtlich der Betriebskostenabgänge unterliegt es keinem Zweifel, daß diese, ebenso wie jene Beträge, welche bei Überlassung des Betriebs an einen Unternehmer etwa in Gemäßheit des Betriebsvertrags aus den Bruttoeinnahmen späterer Jahre als Nachzahlungen auf Betriebskosten an den Betriebsunternehmer zu leisten sind, als Passivum zu führen sind. Unter den Passiven werden weiter

erscheinen: „Kreditoren“, wie z. B. Bankinstitute, bei welchen Depots von unbegebenen Titres und sonstigen Werten, Kautionen an Kontrahenten, Depositen der verschiedenen Fonds etc. hinterlegt sind, denen als Activum das Debitorenconto gegenübersteht.

Was das nicht stabile Gesellschaftsvermögen anbelangt, so erfolgt die Einsetzung desselben gewöhnlich mit dem wirklichen Wert zur Zeit des Bilanzabschlusses. Dies gilt hauptsächlich hinsichtlich des „Materialconto“, welcher selbstverständlich ebenso wie das Conto „Kassen- und Effektenbestände“ (bei Bankinstituten, der Staatskasse, der eigenen Hauptkasse deponierte Barschaften, Kautionen, unbegebene Aktien u. s. w.) ein Activum bildet.

Hinsichtlich Feststellung des Anlagewerts von Eisenbahnen, welche durch Ankauf an den Staat oder eine andere Gesellschaft übergehen, bestehen vielfach Meinungsverschiedenheiten; während einerseits behauptet wird, der Anlagewert sei selbst für den Fall, als das Unternehmen zu einem billigeren Preis als dem ursprünglichen Selbstkostenpreis erworben wurde, mit dem diesem letzteren entsprechenden Betrag, und bei Erwerbung zu einem den Selbstkostenpreis übersteigenden Betrag, zu dem höheren Betrag als Activum einzustellen, wird von anderer Seite, und nicht mit Unrecht, eingewendet, daß der Bilanzwert denjenigen vor dem Ankauf nicht übersteigen soll, bei geringerem Kaufpreis jedoch nur diesem entsprechen darf. Eine Einheitlichkeit bei Aufstellung der B. besteht u. a. in der Schweiz und in England. Nach dem schweizerischen Bundesgesetz über das Rechnungswesen der Eisenbahngesellschaften vom 21. Dezember 1883 und der Verordnung über die Vorlage und Form der Rechnungen und B. der Eisenbahngesellschaften vom 25. November 1884 dürfen unter den Aktiven der B. einer Eisenbahngesellschaft alle Kosten verrechnet werden, welche für den Bau oder den Erwerb der Bahn und die Beschaffung des Betriebsmaterials verwendet worden sind. Organisations-, Verwaltungskosten und Zinsen, welche während des Baues einer Bahn im Interesse der Erstellung und Einrichtung erlaufen sind, werden den Anlagekosten gleichgehalten; unter diese dürfen aber Geldbeschaffungskosten nicht gerechnet werden. Wird eine Bahn durch Vertrag von einer anderen Gesellschaft um einen Preis erworben, welcher geringer ist als der bisherige Bilanzwert, so darf der neue Bilanzwert nicht mehr als den Kaufpreis betragen; ist hingegen der Kaufpreis höher, so darf der Ansatz der älteren B. nicht überschritten werden. Nach Eröffnung des Betriebs dürfen die Kosten für Ergänzungs- und Neuanlagen oder für Beschaffung von Betriebsmaterial den Aktiven der B. nur beigefügt werden, wenn dadurch eine wesentliche Verbesserung der bestehenden Anlagen im Interesse des Betriebs erzielt wird. Die Unterhaltung der bestehenden und der Ersatz abgegangener Anlagen und Einrichtungen sind aus den jährlichen Einnahmen oder allfällig für diese Zwecke bestehenden besonderen Fonds zu bestreiten. Immerhin können die Gesellschaften mit Bewilligung des Bundesrats, Kosten, welche einen ausnahmsweisen Charakter haben, auf mehrere Jahre verteilen. Die Einlagen in die Reserve- und Erneuerungsfonds sind aus den Einnahmeüberschüssen zu bestreiten, und es ist deren Betrag in den Statuten festzusetzen. Jene Posten, welche aus der B. entfernt werden müssen, sind aus den jährlichen Einnahmeüberschüssen zu ersetzen. Der Bundesrat setzt nach Einholung eines Amortisationsplans der Gesellschaft die zu ersetzende Gesamtsumme fest und bestimmt, in welcher Frist und in welchen Beträgen der Ersatz zu geschehen hat. Die Kursverluste auf noch nicht zurückbezahlte Anleihen sind während der Anleihensdauer zu ersetzen, wobei auf die bereits abgelaufene Zeit Rücksicht zu nehmen ist. Für die übrigen Posten werden die Fristen durch den Bundesrat festgesetzt. Die jährlichen Rechnungen und B. sind vor der Generalversammlung der Aktionäre dem Bundesrat zur Prüfung vorzulegen, und darf vor Entscheidung desselben oder im Streitfall vor Erkenntnis des Bundesgerichts keine Dividendenzahlung erfolgen.

Auf Grund dieses Gesetzes wurde vom Eisenbahndepartement ein neues Rechnungsschema und ebenso ein Formular für die Aufstellung der B. ausgearbeitet. Nach diesem letzteren sollen in den B. ausgewiesen erscheinen, und zwar unter:

I. Aktiven.

1. Noch nicht einbezahlte Kapitalien:
 a) Stammaktien,
 b) Prioritätsaktien,
 c) konsolidierte Anleihen (Specifikation),
 d) Subventionen.

2. Bauconto (für statistische Zwecke ist das auf die noch nicht eröffneten Linien verwendete Kapital gesondert anzugeben):
 a) Bahnanlagen und feste Einrichtungen,
 b) Kosten des Rollmaterials,
 c) Mobiliar und Gerätschaften. (Hierunter sind verstanden: die Inventarbestände der allgemeinen Verwaltung, des Bahnaufsichts- und Unterhaltungsdienstes, des Stations- und Transportdienstes und der Werkstätten, sowie die Telegraphenapparate etc. etc., wogegen die festen Einrichtungen der Werkstätten als Teil der Gebäude behandelt werden.)

3. Emissionsverluste bei den Aktien.

4. Zu amortisierende Verwendungen.

5. Beteiligung an anderen Bahnunternehmungen (specifizieren).

6. Verwendungen auf Nebengeschäfte (specifizieren).

7. Verfügbares Material:
 a) Kasse, Wechsel, Bankguthaben,
 b) Wertschriften,
 c) entbehrliche Liegenschaften,
 d) Materialvorräte.
 e) verschiedene Debitoren.

8. Passivsaldo der Gewinn- und Verlustrechnung.

Summe der Aktiven.

II. Passiven:

1. Gesellschaftskapital:
 a) Stammaktien,
 b) Prioritätsaktien.

2. Konsolidierte Anleihen (unter Angabe der einzelnen Anleihen und des Zinsfußes).

3. Subventionen, soweit dieselben einen Anspruch auf Dividenden oder Rückzahlung haben.

4. Schwebende Schulden:

a) Verfallene Titres und Coupons,

b) noch nicht verfallene Ratazinse,

c) noch nicht ausgeschiedene Guthaben der Unterstützungskassen und Kautionen des Personals,

d) Barkautionen von Unternehmern und Lieferanten,

e) verschiedene Kreditoren.

5. Specialfonds:

a) Erneuerungsfonds,

b) Reservefonds,

c) Amortisationsfonds,

d) sonstige Fonds (specifizieren).

6. Amortisiertes Kapital (inbegriffen die Baufonds aus Betriebsverträgen).

7. Aktivsaldo der Gewinn- und Verlustrechnung.

Summe der Passiven.

Auch in England sind durch Gesetz vom 31. Juli 1868 (The Regulation of Railways Act, 1868, Chap. CXIX) unter anderem Bestimmungen über die Rechnungsführung der Eisenbahnen, sowie über die Aufstellung der B. unter Festsetzung einheitlicher Formularien hinausgegeben worden; darnach hat jede Verwaltung spätestens sieben Tage vor jeder ordentlichen Halbjahrsgeneralversammlung eine Generalbilanz (*Balance Sheet*) für das letztverflossene Halbjahr nach den vorgeschriebenen Formularien aufzustellen und dieselbe besonderen Kommissären (*Auditors*) der Gesellschaft vorzulegen; für die Vernachlässigung dieser Vorlage kann eine Strafe bis zu 5 Pfd. St. für jeden Tag der Verspätung auferlegt werden. Das Board of Trade kann im Einvernehmen mit der betreffenden Gesellschaft Abweichungen von den festgesetzten Formularien genehmigen.

Eine französische Übersetzung des vorgeschriebenen. Formulars findet sich in dem Compte rendu général (II[e] volume) du congrès des chemins de fer (Bruxelles, 8—15 août 1885), Bruxelles 1886.

Im allgemeinen kann gesagt werden, daß die B. der Eisenbahnen vielfach keine eigentlichen Vermögensbilanzen nach kaufmännischen Begriffen darstellen, sondern solchen zumeist nur in ihrer äußeren Form gleichen, insofern nämlich die Debet- und Kreditseite die gleiche Endsumme zeigen; dem Inhalt fehlt zumeist das Haupterfordernis einer ordentlichen B., ein verständliches Bild des Vermögens und der Geschäftslage, respektive des Geschäftsresultats zu liefern.

Verschieden von den Vermögensbilanzen der Privatbahnen sind die Rechnungsabschlüsse der Staatsbahnverwaltungen, bei welchen die Buchführung nach den Grundsätzen der Kameralistik geführt wird, und kann daher auch bei diesen von einer eigentlichen B. nicht gesprochen werden.

Was die Nettobilanzen der Eisenbahnen betrifft, so werden dieselben durch die Betriebsrechnungen (Betriebsbilanz), aus der Gegenüberstellung der Betriebseinnahmen und -Ausgaben und Ausgleichung durch einen Überschuß (Aktivsaldo) oder Abgang (Passivsaldo) dargestellt. (Vgl. die Artikel Betriebseinnahmen, Betriebskosten, Betriebskostenabgang, Betriebsrechnung, Betriebsüberschuß, Buchführung; ferner siehe Hürlimann, Eidgenössische Eisenbahngesetzgebung, Zürich 1887, V.-Z., Jahrgang 1879 u. 1889.) Wurmb.

Billet, Fahrkarte, Fahrschein (*Ticket, Railway ticket; Billet*, m.), jene Urkunde, deren Besitz den Reisenden zur Fahrt nach Maßgabe ihres Wortlauts und der einschlägigen Reglement- und Tarifbestimmungen berechtigt.

Der Abschluß des Beförderungsvertrags liegt in der Aushändigung des B. seitens der Ausgabsstelle, welche Zug um Zug gegen Zahlung des tarifmäßigen Fahrgeldes erfolgt, soweit nicht ein Freibillet gewährt wird.

I. Entwicklung des Billetwesens. In der ersten Zeit der Eisenbahnen wurden ausschließlich Zettelbillets verwendet, welche den früheren Legitimationsscheinen für die Postfahrten nachgebildet waren. Diese Zettelbillets enthielten die Angabe der Anfangs- und Endstation, des Fahrpreises, sowie einige allgemeine Bestimmungen. Nicht selten waren die Formularien dieser Zettelbillets in der allerersten Zeit derart eingerichtet, daß die zu befahrende Strecke, sowie der Fahrpreis wohl auch die Platznummer im betreffenden Waggon erst handschriftlich eingesetzt wurden. Der sich rasch steigernde Personenverkehr machte indes bald ein Billetsystem nötig, welches eine raschere Expedition gestattete; zu Anfang der Vierzigerjahre wurde zuerst auf der Eisenbahn von Manchester nach Leeds von dem Engländer Edmonson (s. d.) das nach ihm benannte Billetsystem eingeführt.

Das Edmonson'sche Billetsystem hatte sich in England bald eingebürgert und wurde dasselbe von einzelnen deutschen Verwaltungen (u. a. der badischen und der württembergischen) bereits im Jahr 1846 angenommen. Als in den Jahren 1847 und 1848 die ersten Aussichten auf Einführung einheitlicher Einrichtungen beim Betrieb der deutschen Bahnen eröffnet wurden, mehrten sich die Stimmen für allgemeine Annahme des genannten Systems.

Man hob mit Recht hervor, daß für die Verwaltung durch die jedem einzelnen B. aufgedruckte fortlaufende Nummer das Abrechnungsgeschäft der Billetexpeditionen abgekürzt und den Kassenbeamten eine schnellere und sichere Kassenrevision ermöglicht werde, daß die Nachmachung der Edmonson'schen B. durch die eigentümliche Druckmethode und durch die Zugs- und Tagesstempel erschwert sei, daß das Fahrpersonal die Karten rascher prüfen und coupieren und dadurch zur Abkürzung des Aufenthalts auf den Stationen wesentlich beigetragen werden könne, daß auch der Verkauf der B. beschleunigt und von Irrtümern und Fehlern namhaft befreit würde, daß das Publikum in der Lage sei, die Kärtchen bei ihrer zweckmäßigen Form besser und sicherer aufzubewahren, als die großen Zettelbillets, daß die Kosten für dieselben sich mindestens ebenso gering, wo nicht geringer, als diejenigen für die Zettel stellen, und namentlich daß auch die Selbstanfertigung der B. seitens der Eisenbahnverwaltungen erfolgen kann.

Gestützt auf die angegebenen Gründe, welche sämtlich für Einführung der Billetkarten auf den deutschen Bahnen sprachen, wurde gelegentlich der im Oktober 1849 zu Wien abgehaltenen Generalversammlung des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen seitens der Direktion der Bergisch-Märkischen Bahn ein Antrag auf allgemeine Einführung des genannten Systems

gestellt. Dieser Antrag wurde mit 26 gegen 7 Stimmen verworfen.

Dies hinderte indes nicht, daß die Anzahl der Verwaltungen, welche sich von den gewohnten Einrichtungen nicht trennen konnten, immer kleiner wurde, und mit dem Jahr 1866 verschwanden, soviel bekannt, die letzten Zettelbillets für den Lokal- und für den gewöhnlichen durchgehenden Verkehr von den deutschen Bahnen.

Die Edmonson'schen B. sind Kärtchen aus starkem Karton von 55—60 mm Länge und 30 mm Breite, auf welchen Abgangs- und Ankunftsstation, Wagenklasse, sowie meistens auch der Fahrpreis aufgedruckt sind; die Edmonson-schen B. enthalten überdies, und zwar vielfach an beiden Schmalseiten, eine Nummer. Die Billetnummern beginnen mit 0001 und laufen bis 10 000, und zwar für jede Billetgattung und einzelne Relation besonders. Zur leichteren äußeren Unterscheidung der verschiedenen Billetgattungen dient überdies die Aufdrückung von Serienbuchstaben, dann von Quer-, Längs-, Kreuzstreifen oder sonstigen leicht kenntlichen Merkmalen. Zur Unterscheidung der Wagenklassen dient gewöhnlich die Wahl verschiedenfärbiger Kartons (I. Klasse gelb, II. Klasse grün, III. Klasse braun).

Jedes B. wird vor der Benutzung mittels Komposteurs (s. Billetstempelapparate) derart abgestempelt, daß auf demselben durch Hohldruck der Ausgabetag ersichtlich gemacht wird, um hiernach die Gültigkeitsdauer des B. bestimmen zu können; das Abstempeln geschieht gewöhnlich bei Lösung des B. am Schalter oder beim Eintritt in den Bahnhof; außerdem wird vom Schaffner mittels Coupierzange die Zugs- oder Kontrollnummer ersichtlich gemacht, um die wiederholte Benutzung des B. unmöglich zu machen.

Für ausgedehnte Reisen erscheint die kleine Edmonson'sche Fahrkarte namentlich dann nicht ausreichend, wenn man den Aufenthalt in Zwischenstationen von der lästigen Vorzeigung der B. beim Stationsvorstand befreien will. Es werden in diesem Fall entweder größere Zettelbillets oder Billethefte (Bücher) verwendet. Letztere enthalten für jede Teilstrecke, in deren Anfangs- oder Endpunkt Aufenthalt genommen werden kann, einen separaten Coupon (s. Rundreisebillets und Couponbillets). Die Abstemplung der Fahrlegitimationen in Zettelform erfolgt mit feuchtem Stempel, jene der Rundreisebillets mit eigens konstruiertem Durchschlagsstempel.

Andererseits werden auf kleineren Bahnen mit geringer Zahl von Stationen, namentlich auf Bahnen mit Sekundärbetrieb nicht selten mit Erfolg Blockbillets verwendet, auf welchen sämtliche Stationen der betreffenden Bahn vorgedruckt sind. Der Schaffner, welcher die Karten ausgiebt, reißt ein B. aus dem Block, markiert darauf die Ausgangs- und Bestimmungsstation und übergiebt es gegen Einhebung des Fahrpreises dem Reisenden. Die Kontrolle geschieht häufig in der Art, daß der Durchschlag der Ausgangs- und Endstation sich in gleicher Weise auf einem beigebogenen, unterlegten B. markiert, welch letzteres den Beleg für die Abrechnung bildet. Dieses Billetsystem ist beispielsweise bei der 39 km langen Feldabahn (Salzungen-Vacha-Kaltennordheim) eingeführt.

Ein ähnliches Billetsystem ist auch bei den Lokalbahnen im rechtsrheinischen Bayern angewendet; die B. sind aus kräftigem Kartenpapier angefertigt und werden die einzelnen Zettelbillets einem vom Kondukteur am Leibriemen zu tragenden, kleinen Billetkasten aus Zinkblech entnommen. Die Vorderseite trägt der Reihenfolge nach zweimal nebeneinander die sämtlichen Lokalbahnstationen mit der Überschrift „Von — nach". Die Rückseite enthält die Nummer, die Bezeichnung der Lokalbahn und einen Auszug aus den Bestimmungen des Betriebsreglements. Bei einfachen B. wird Zugangs- und Bestimmungsstation einmal coupiert, bei Retourbillets letztere doppelt (siehe V.-Z. 1888, Nr. 98.)

Bei den sächsischen Sekundärbahnen werden im allgemeinen die gewöhnlichen Edmonson'schen B. verwendet, dieselben jedoch bei einer Reihe von Relationen für beide Richtungen nach dem sogenannten Vice-versa-System miteinander verschmolzen; auch werden in einigen Fällen für den Verkehr zwischen Haltestellen, welche annähernd dieselbe Entfernung voneinander aufweisen und mithin gleiche Personengeldsätze bedingen, dieselben B. ausgegeben. (S. hierüber „Die Sekundärbahnen des Königreichs Sachsen" in der V.-Z. 1886, Nr. 93.)

Bei einzelnen deutschen Bahnen ist das Fenten-sche Billetsystem in Anwendung. Das Fenten'sche B. ist auf beiden Seiten bedruckt, dient für zwei Klassen, einfache und Doppelfahrt (Tour und Retour). Der Klasse entsprechend erhalten die beiden Seiten verschiedene Farben. Jede der vier Ecken bezeichnet eine Klasse, einfach oder doppelt; welche von den vier Ecken Gültigkeit hat, wird durch Abreißen der betreffenden Ecke bestimmt. Der Billetkomposteur ist derart eingerichtet, daß mit der Aufdrückung des Datums- und Zugsstempels die betreffende Ecke abgeschlagen wird und in einen verschließbaren Behälter fällt, wozu der Kasseführer den Schlüssel hat. Ein Zweifel darüber, welches von den vier kombinierten B. Gültigkeit hat, kann niemals entstehen, da stets die fehlende rechte Ecke sowohl, als der Datumstempel dies ganz zweifellos angiebt. Die abgeschlagene Ecke enthält die Nummer des B., die Bestimmungsstation, die Klasse, die Bezeichnung ob einfach oder retour, und den Differenzbetrag zwischen dem höchsten auf dem B. verzeichneten Betrag und dem für das verausgabte B. erhaltenen. Die B. tragen die Nummer doppelt, und zwar auf jeder Seite einmal. Eine dieser Nummern wird stets abgeschlagen und befindet sich also auf dem Coupon, die andere auf dem B. selbst.

Die Kasse wird stets mit dem höchsten Betrag des B. belastet. Die Entlastung der Kasse geschieht durch die Ablieferung der gelösten Beträge und durch die abgeschlagenen Billetcoupons.

Der Beamte der österr. Staatsbahnen Metz hat ein Billetsystem in Vorschlag gebracht, welches die Benutzung jedes einzelnen B. für zehn Bestimmungsstationen ermöglicht (die Letzteren sind nebst den entfallenden Preisen untereinander, u. zw. über die ganze Schmalseite, gedruckt); die äußerste Station, für welche das B. im einzelnen Fall benutzt werden darf, wird durch Perforierung ersichtlich gemacht. Hierbei werden zu Kontrollzwecken die Vordrucke

nach jenen entfernteren Stationen abgetrennt, für welche das B. nicht zu gelten hat.

Abgesehen von diesen und ähnlichen, für einen lebhafteren Personenverkehr kaum anwendbaren Billetsystemen ist bisher das Edmonson'sche Billetsystem das vorherrschende geblieben, wenngleich die Schattenseiten desselben nicht zu verkennen sind.

Bei dem Edmonson'schen Billetsystem ist die Zahl der stets vorrätig zu haltenden B. eine sehr große, da (wofern man sich nicht mit Biancobillets behilft) für jede Ausgangs- und Ankunftsstation, für jede Zugsgattung, Wagenklasse, sowie jede durch specielle Verhältnisse gebotene Kombination besondere B. gedruckt und in Vorrat gehalten werden müssen.

Auf größeren Stationen steigt die Zahl der vorrätigen Billetgattungen nicht selten über 1000 und kann bei einer größeren Bahnverwaltung die Gesamtzahl der vorrätigen Billetgattungen auf 60 000 veranschlagt werden.

Selbstverständlich ist die Drucklegung und Evidenzhaltung von so vielen Kombinationen mit für jede einzelne verschiedenen Nummern, mit so vielen Stationstypen, Klassen- und Nebenbezeichnungen eine höchst umständliche und beansprucht ein eigenes Bureau, welches die nach Millionen zählenden B. mit komplizierten Druckpressen und Zählmaschinen anfertigt und an die Expeditionen verausgabt.

Bei dem stetigen Anwachsen des Verkehrs und der Vermehrung der Verkehrsrouten ist für die meisten Bahnen bereits die Unmöglichkeit eingetreten, die Stationen selbst nur mit Karten nach sämtlichen Stationen der eigenen Bahn zu beteilen, und mußten die Bahnen sich für weniger frequente Relationen mit Edmonsonschen Biancobillets (s. d.) behelfen.

Die große Masse der Billetgattungen macht selbstverständlich die Übersicht für die Billetausgabe immer schwieriger und wird auch die Kontrolle zur Verhütung der Benutzung falscher oder verfälschter B. immer umständlicher und wirkungsloser. Unter solchen Umständen ist es begreiflich, wenn im Laufe der Zeit die verschiedenartigsten neuen Billetsysteme aufgetaucht sind, welche das Edmonson'sche System ersetzen sollten.

Ein Vorschlag von Reitler (Eine vereinfachte Personenexpedition bei Eisenbahnen, Wien 1874) geht dahin, daß der Kassier selbst die Biancozettelbillets (bezüglich der Wagenklasse, Bestimmungsstation, Route und Fahrgebühr) ausfüllt, und zwar im Weg des Pausverfahrens in drei Exemplaren, von denen zwei der Reisende ausgefolgt erhält, während das dritte zur Kontrolle zurückbleibt; von den beiden Exemplaren, welche der Reisende erhält, wird ihm eines durch den Schaffner während der Fahrt abgenommen, das andere decoupiert.

Die B. sollten für alle Relationen aus demselben Ternion ausgegeben werden, ohne Unterschied der Bestimmungsstationen, Gattungen und Klassen; für mehrere mitreisende Personen sollte nur ein B. ausgegeben werden.

Außerdem sollte jedem B. die für den betreffenden Tag und Zug gültige Parolechiffre vom Kassier zur Erschwerung von Fälschungen beigesetzt werden.

Das Reitler'sche Billetsystem wurde versuchsweise bei der österreichischen Nordwestbahn eingeführt, hat sich aber nicht bewährt; dieses System erfordert, daß man, wenigstens in frequenteren Stationen, zur Erzielung entsprechender Beschleunigung der Expedition dem Expedienten eine Schreibkraft beigiebt, welche die Biancobillets ausfüllt, während der Expedient die entfallende Gebühr berechnet und einhebt.

Anknüpfend an den Reitler'schen Vorschlag, tauchte die Idee auf, die B. aus Rollen nach Art der Telegraphenstreifen anzufertigen. Die Papierstreifen enthalten ein bestimmtes Millimetermaß, aus dem sich die Länge der zu durchfahrenden Strecke und der Fahrpreis ergiebt.

Die Papierstreifen sollten von Millimeter zu Millimeter mit Linien geteilt werden; jeder zehnte Millimeter ist von 1 an fortlaufend numeriert; von der Rolle des aufgewickelten Papierstreifens werden jeweilig so viele Millimeter abgetrennt, als die Fahrkarte Kilometer umfaßt; um den Kassier in die Lage zu setzen, das für die verschiedenen Stationen entfallende Maß immer genau abzutrennen, ist anstoßend an die Streifenrolle ein geschlitztes Metalllineal angebracht, auf welchem die Entfernungen der einzelnen Stationen und die Namen der Stationen eingraviert sind, so daß, wenn der Kassier den Streifen bis zu dieser festen Marke zieht und er mit einer durch den Fuß bewegten Schere den Streifen an der Stelle abtrennt, er eine Karte von gewisser Millimeterlänge erhält, welche für ebensoviele Kilometer Weglänge zur Fahrt legitimiert.

In dem Scherenbacken, welcher die Abtrennung von der Rolle bewirkt, befindet sich zugleich der Zugsstempel, der durch einen Druck mit dem Fuß, welcher den Abschnitt des Streifens vollführt, auf die Karte übertragen wird; ebenso wird der Name der Station, für welche die Karte ausgegeben wird, durch einen unter dem Lineal angebrachten Stempel nach aufwärts gepreßt. Dieser Stempel ist am Kartenende zunächst der in das Lineal eingravierten Stationsmarke angeordnet und wird durch das Festaufdrücken des Streifenendes an das Lineal mittels einer hierdurch gelösten Feder in Thätigkeit gesetzt.

Durch einen Zug mit der Hand und einen Druck mit dem Fuß wird sonach ein B. erzeugt, das soviele Millimeter lang ist, als es für Kilometer Gültigkeit hat, und welches den Zugsstempel, sowie den Stationsnamen auf sich trägt; es ist somit genau so adjustiert, als es bei den jetzt gebräuchlichen Fahrkarten der Fall ist.

Damit aber mit aus der Mitte der so erzeugten Karten geschnittenen Teilen nicht Unfug getrieben werden kann, wird gleichzeitig mit dem Scherenschnitt der ganzen Länge der Karte nach eine in Diagonallinien bestehende Markierung aufgepreßt.

Fahrkarten auf Distanzen unter zehn Kilometer könnten mit diesem Apparat nicht erzeugt werden. Für Stationen, welche in diese Zone fallen, müßte die Teilung des Streifens in Centimeter erfolgen. Es wären daher für den Lokalverkehr eigene Rollen aufzulegen.

Für jede Wagenklasse oder Kartengattung hätten nach diesem Vorschlag eigene Rollen mit verschiedenartig gefärbten Kartenstreifen angewendet werden sollen.

Neuestens tauchen im Zusammenhang mit der immer dringenderen Frage einer Reform

der Personentarife auch zahlreiche Vorschläge vereinfachter Billetsysteme auf, von denen jedoch bisher keines eine praktische Bedeutung erlangt hat.

Wir nennen unter anderem den Vorschlag Dr. Vietors in der V.-Z. Nr. 78 ex 1889 auf Einführung eines Zeittarifs und von Zehnminutenkarten, von denen soviel für die einzelne Fahrt abgegeben werden sollen, als letztere Zeit in Anspruch nimmt.

Nach einem andern von Kotzian, Beamten der österr. Südbahn, ausgegangenen Projekt sollten statt der bisherigen B. Blocks mit Coupons für eine Fahrteinheit oder mehrere Einheiten von 10 km aufgelegt werden, welche neben der Zahl der Einheiten nur den Vordruck der Ausgabsstation zu enthalten hätten.

An Stelle der Bestimmungsstation würden die in Verwendung kommenden Coupons die ein für allemal für jede Station festgesetzte Nummer erhalten. Den Aufdruck dieser, bezw. einer Zonennummer, sowie der Daten für die betreffende Fahrt (Datum), dann der Klasse, denkt sich Kotzian im Weg einer 50—60 Druckfelder umfassenden Klaviatur, ähnlich wie solche bei den Schreibmaschinen, dann bei telegraphischen Rufapparaten in den Stationen in Verwendung sind.

In einer Schrift: „Wie soll tarifiert werden?" Wien 1889, tritt endlich ein Anonymus mit dem Vorschlag hervor, unter Voraussetzung der Schaffung eines Personentarifs, bei welchem alle Einheitspreise aliquote Teile eines Ganzen sind, für die einzelnen Relationen ein Einheitsbillet zu verwenden, welches aus schwachem Kartonpapier angefertigt und aus einer Anzahl gleichwertiger, abtrennbarer, auf eine bestimmte Rechnungseinheit lautender Teilchen besteht.

Hiervon sollen für die einzelne Fahrt soviel Teilchen abgetrennt werden als nötig sind, um die Taxe für die betreffende Kartengattung zu bilden.

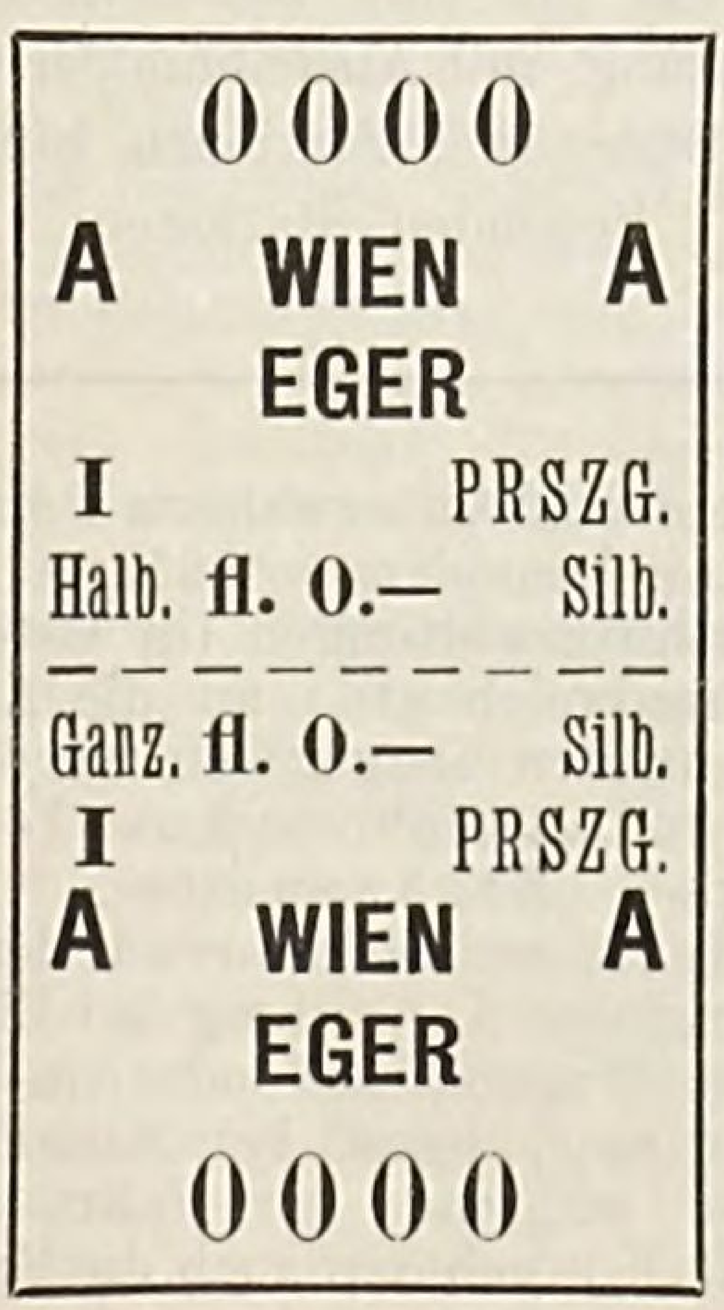
II. Billetgattungen. Was die Billetgattungen betrifft, so ist die Zahl derselben, wie schon vorstehend angedeutet wurde, außerordentlich groß. Abgesehen von den Biancobillets (s. d.) wären zu unterscheiden einfache und doppelte (Rückfahrt-) B.; nach Zugsgattungen: B. für Schnell-, Personen- und gemischte Züge, für Ausstellungs-, Extra-, Vergnügungs- und Sonntagszüge; ferner sind zu nennen Abonnement- (Jahres-, Saison-, Sommer-, Bade-, Quartals-, Monats-, Wochen-) B., Kilometer-, Tausendmeilen-, Wertbillets, fixe und zusammenstellbare Rundreise- und Couponbillets, die amerikanischen *Trough tickets*, Faltkarten, welche im wesentlichen unseren Rundreisebillets entsprechen (s. Zeitschr. f. Eisenb. und Dampfschiffahrt, Wien 1888, Nr. 49 und 50); Zonenbillets, welche den Vordruck der Zone, des Preises der Ausgabsstation und eventuell auch jener Endstationen enthalten, nach denen das B. benutzt werden kann; dann begünstigte B., welche nach den Tarifvorschriften nur für bestimmte Kategorien von Reisenden ausgegeben werden, als Arbeiter-, Auswanderer-, Beamten-, Kinder-, Kolonisten-, Militär-, Schüler-, Touristen-, Wallfahrer-, Wählerbillets, Tierbegleitercertifikate u. dgl., weiters Familien-, Gesellschaftsbillets u. dgl.

Das einfache Edmonson'sche B. (s. die nachfolgenden Abbildungen verschiedener B.) enthält, u. zw. entweder in der Längs- oder Querstellung, die Ausgabs- und Bestimmungsstation, Klasse, Preis und Nummer vorgedruckt; mitunter ist der Text des einfachen B. auch doppelt auf der Vorderseite gedruckt; außerdem kommen auf dem B. wohl auch andere Zusätze vor, wie beispielsweise über Gültigkeitsdauer, Reiseroute etc. Doppel- (Retour-) B. sind einfache B., welche entweder schon die Bemerkung „Von — nach und zurück" vorgedruckt enthalten oder aber aus zwei Teilen bestehen, welche voneinander abgetrennt werden können, und die Legitimation für die Hin-, bezw. Rückfahrt enthalten.

Außerdem lassen sich B. für den Lokalverkehr und durchgehende (direkte) B. unterscheiden; letztere sind B. für eine Bestimmungsstation, vor deren Erreichung ein Zugswechsel stattfindet; im andern Sinn versteht man unter durchgehenden B. nur jene, welche eine Bahn nach der einer andern Bahn angehörenden Bestimmungsstation auf Grund von Abmachungen mit den beteiligten Bahnen ausgiebt.

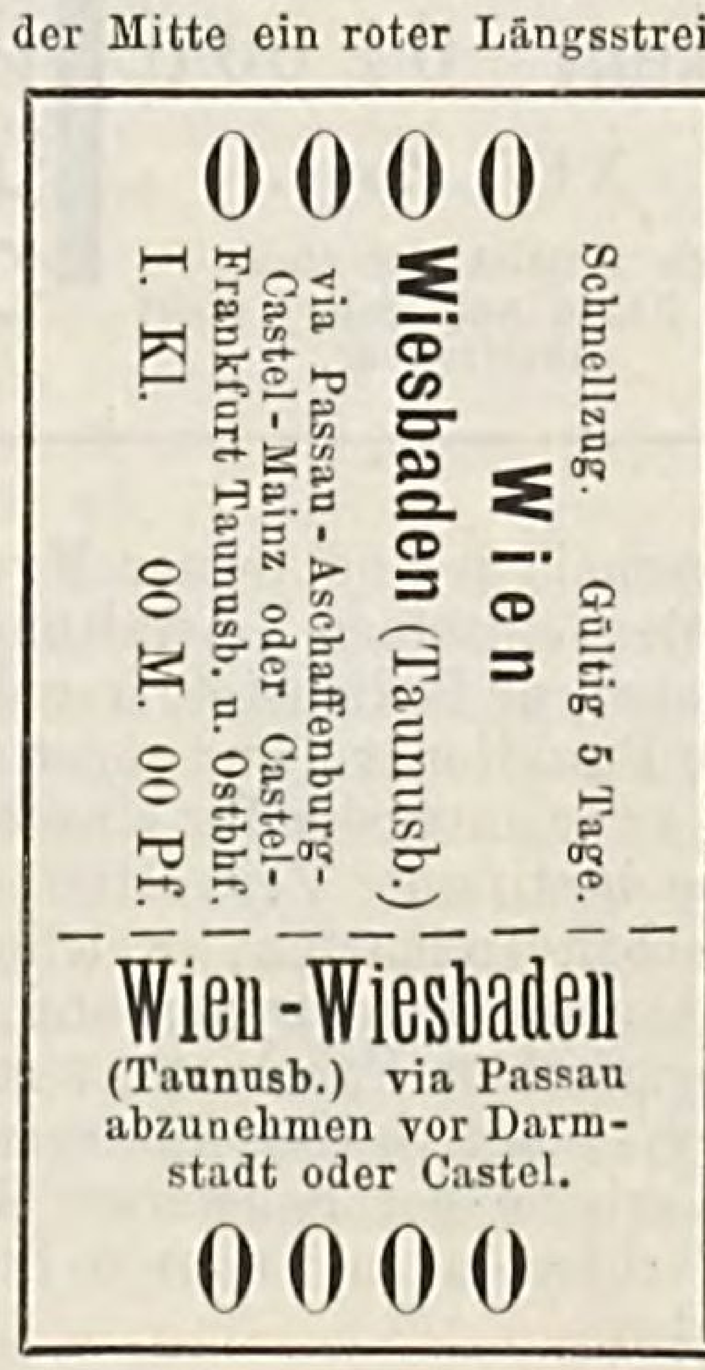
Personenzugsbillet (Interner Verkehr).

Farbe: I. Kl. gelb, II. Kl. grün, III. Kl. braun.



Schnellzugsbillet (Auslandsverkehr).

Farbe: I. Kl. gelb, II. Kl. grün, III. Kl. braun.
(In der Mitte ein roter Längsstreifen.)



Gewöhnliches Rückfahrbillet.

Farbe: I. Kl. gelb, II. Kl. grün, III. Kl. braun.
(Sämtlich mit weißen Längsstreifen).


Nicht übertragbar
(siehe Tarif).
Für alle Züge.
Berlin B. A.
TORGAU
über Falkenberg.
Zur Rückfahrt gültig
3 Tage einschließlich
des Lösungstags.
II. Kl. 0,00 ℳ.
Zur Rückfahrt abzustempeln.
H. R.
Berlin B. A.-Torgau.
0000

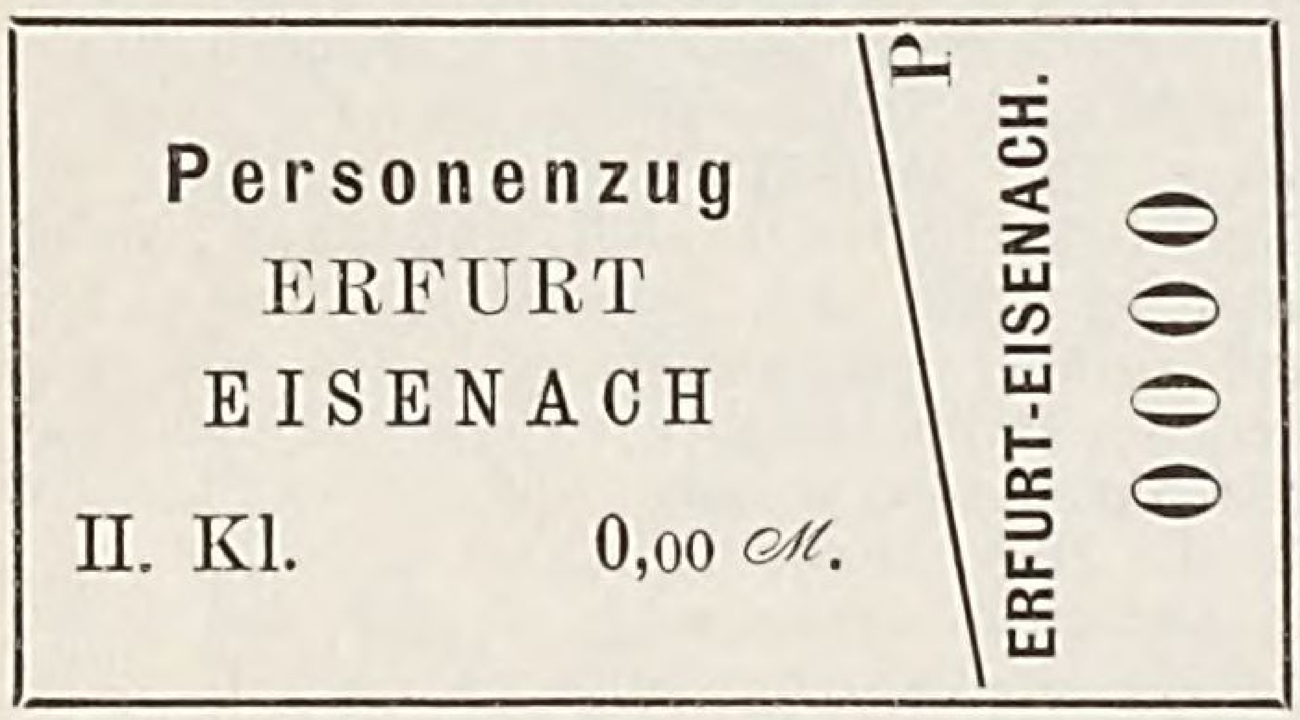
Gewöhnliches Rückfahrbillet.

Farbe: I. Kl. gelb, II. Kl. grün, III. Kl. braun.
(Untere Hälfte schräg geteilt, linke Seite weiß.)


0000
WIEN
Konstanz
fl. 0.–
TOUR
I EILZUG
I EILZUG
RETOUR
Konstanz
WIEN
Gültig 10 Tage.
0000

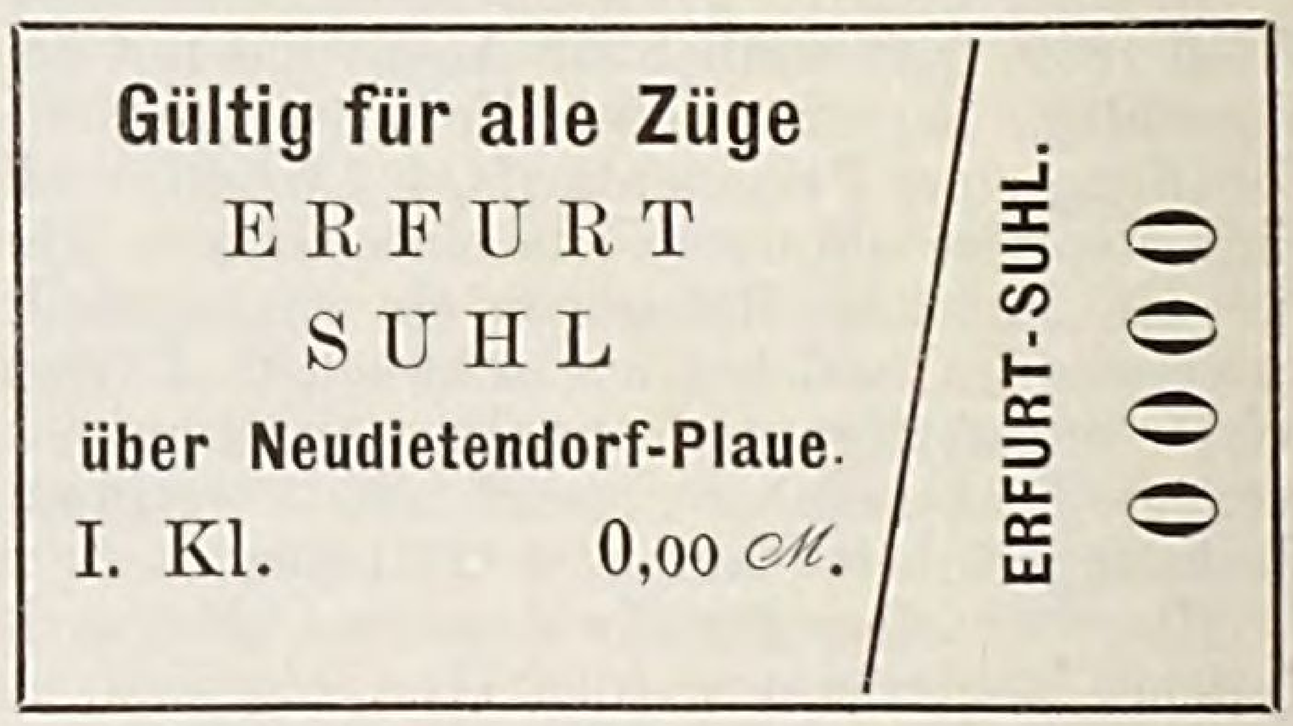
Personenzugsbillet.

Farbe: I. Kl. gelb, II. Kl. grün, III. Kl. braun,
IV. Kl. grau.


Personenzug
ERFURT
EISENACH
II. Kl. 0,00 ℳ.
P
ERFURT-EISENACH.
0000

Billet, gültig für alle Züge.

Farbe: I. Kl. gelb, II. Kl, grün, III. Kl. braun


Gültig für alle Züge
ERFURT
SUHL
über Neudietendorf-Plaue.
I. Kl. 0,00 ℳ.
ERFURT-SUHL.
0000

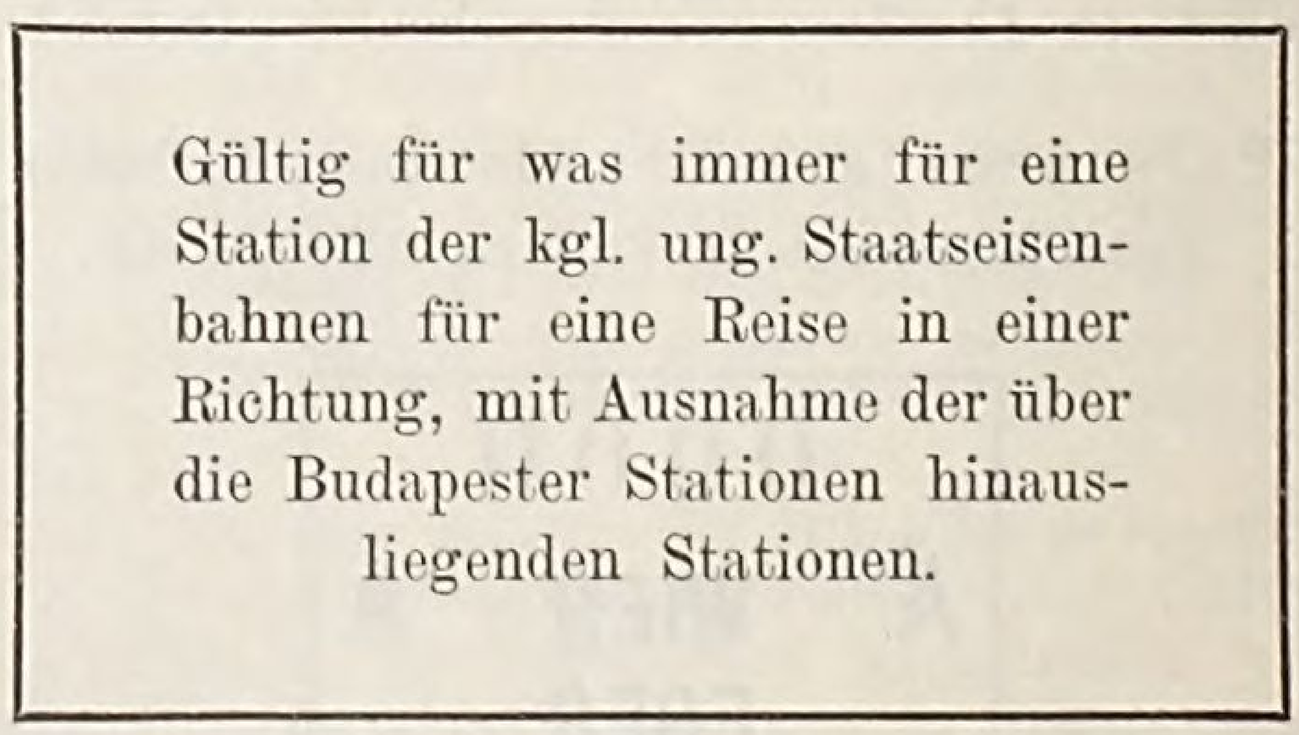
Ungarisches Zonenbillet.

Farbe: I. Kl. gelb, II. Kl. grün, III. Kl. braun.
(Vorderseite mit färbigem Längsstreifen.)

Vorderseite:


0000
Fernverkehr
Eilzug
DÉVA
I. Klasse 0 fl. 00 kr.
XIV. Zone.
Nach Antritt der Reise ist
die Karte auf andere nicht
übertragbar.
DÉVA
XIV.
0000

Rückseite:


Gültig für was immer für eine
Station der kgl. ung. Staatseisen-
bahnen für eine Reise in einer
Richtung, mit Ausnahme der über
die Budapester Stationen hinaus-
liegenden Stationen.

Zu unterscheiden sind ferner Freibillets, welche von den einzelnen Verwaltungen an ihr eigenes Personal, an Bedienstete fremder Bahnen, an staatliche Funktionäre und sonst ausgegeben werden, und zwar entweder für einzelne Fahrten oder für eine bestimmte Zeit. Hierher gehören auch die Verbandfreikarten, welche von dem deutschen Eisenbahnverkehrsverband, vom österreichisch-ungarischen Fahrkartenverband, dem niederländisch-belgisch-luxemburgischen Verband, dem Verband der Schweizer Bahnen und ähnlichen Verbänden in anderen Staaten ausgestellt werden.

Außerdem sind zu erwähnen Personal- (Regie-) B., d. i. besonders ermäßigte B., welche von den Bahnverwaltungen (in Österreich, der Schweiz, Frankreich etc.) an die Angehörigen ihrer Bediensteten ausgegeben werden.

Weiter sind anzuführen: Ausgleichungs-, Zuschlags-, Ergänzungs-, Nachzahlungsbillets, welche während der Fahrt zur Ausgleichung der Aufzahlung bei Einsteigen in eine höhere Wagenklasse oder in einen Zug höherer Gattung, bezw. bei Nachzahlung des Fahrpreises während der Fahrt ausgegeben werden. Hierher gehören auch die Schlafwagen-

zuschlagsbillets, ferner solche für die Benutzung von Salon- und Restaurationswagen. Endlich sind Perronbillets zu erwähnen, welche bei den Bahnen, in denen die Bahnhöfe nur gegen Vorzeigung von B. betreten werden dürfen, behufs Eintritts in den Bahnhof ohne Fahrkarte, gelöst werden müssen.

III. Rechte aus den B. Die B. gelten gewöhnlich für den Inhaber; nur Abonnementbillets, Rundreisebillets, dann B., welche an bestimmte Kategorien von Personen gegen Legitimation ausgestellt werden, ferner Freibillets, gelten nur für die Person, auf deren Namen oder für welche sie ausgestellt werden.

Die Gültigkeitsdauer der B. ist eine sehr verschiedene und richtet sich nach der Gattung der B.

Die gewöhnlichen B. für eine einfache Fahrt gelten meist nur zum Antritt der Fahrt an dem Tag ihrer Ausstellung, und zwar zumeist nur zur Fahrt mit einem bestimmten Zug. Tour- und Retourkarten haben eine Gültigkeit von 1—3 und mehr Tagen, je nach der Länge der zu befahrenden Strecke. Rundreisebillets haben eine Gültigkeit von 30—60 Tagen, Abonnementbillets eine solche bis zu einem Jahr, Tausendmeilen-, Kilometer- und ähnliche B. können selbst über das Kalenderjahr hinaus benutzt werden.

In Amerika giebt es B. mit unbeschränkter Geltungsdauer (*Illimited tickets*); diese B. sind unverhältnismäßig teurer als die *Limited tickets*.

Die Rechte aus dem B. bestimmen sich im übrigen durch den Wortlaut desselben, bezw. durch die Vorschriften des Betriebsreglements. Im allgemeinen giebt das B. nach dem Vereinsbetriebsreglement Anspruch auf einen Platz in der entsprechenden Wagenklasse, soweit in dieser Plätze vorhanden sind, resp. beim Wechseln der Wagen vorhanden bleiben. Ist dies nicht der Fall, so können nach dem genannten Betriebsreglement die B. gegen Erstattung des dafür gezahlten Betrags zurückgegeben oder gegen B. anderer Klassen, in denen noch Plätze vorhanden sind, unter Ausgleichung des Preisunterschieds umgetauscht werden. Die mit durchgehenden B. ankommenden Reisenden haben nach § 9 des Vereinsbetriebsreglements den Vorzug vor den neu hinzutretenden. Nach dem russischen Eisenbahngesetz ist dem Reisenden, falls ihm ein dem B. entsprechender Platz nicht angewiesen werden kann, vorläufig ohne Aufzahlung ein Platz in einer höheren Klasse einzuräumen. Bei den englischen Eisenbahnen soll sich unter den Reisenden, welche B. für dieselbe Entfernung genommen haben, die Reihenfolge bezüglich der Platzanweisung nach der aus den Billetnummern ersichtlichen Rangordnung richten, ohne daß die Bahn für die Einhaltung dieser Rangordnung verantwortlich wäre.

Nach dem Vereinsbetriebsreglements ist den Reisenden gestattet, während der Fahrt auf einer Zwischenstation auszusteigen, um mit einem am selben oder am nächstfolgenden Tag nach der Bestimmungsstation abgehenden, zu keinem höheren Tarifsatz fahrenden Zug dahin weiterzureisen.

Solche Reisende haben jedoch auf der betreffenden Zwischenstation sofort nach dem Verlassen des Zugs vom Stationsvorstand ihr B. mit dem Vormerk verlängerter Gültigkeit versehen zu lassen.

Ein Umtausch gelöster Fahrbillets gegen B. höherer Klasse ist den Reisenden nach dem Vereinsbetriebsreglement bis zehn Minuten vor Abgang des Zugs gegen Nachzahlung der Preisdifferenz gestattet, wofern noch Plätze in den höheren Klassen vorhanden sind. Unterwegs ist das Übersteigen in eine höhere Klasse gegen Zukauf eines B. bis zur Bestimmungsstation gestattet, durch dessen Preis, einschließlich jenes für das früher gelöste B., der Fahrpreis für die höhere Klasse mindestens gedeckt wird.

Reisende, welche die Abfahrtszeit versäumen, können mit einem an demselben oder nächstfolgenden Tag nach der Bestimmungsstation abgehenden, zu keinem höheren Tarifsatz verkehrenden Zug, sofern sie ihr B. ohne Verzug dem Stationsvorstand vorzeigen und mit einem Vormerk über die verlängerte Gültigkeit versehen lassen, die Reise fortsetzen. Eine ausgefallene oder unterbrochene Fahrt berechtigt nur zur Rückerstattung des für die nicht durchfahrene Strecke gezahlten Fahrgelds.

Wird infolge einer nicht durch höhere Gewalt verursachten Verspätung der Ankunft eines Zugs der Anschluß an einen andern Zug versäumt, so ist dem mit durchgehendem B. versehenen Reisenden nach erbrachtem Nachweis, daß er mit dem nächsten zurückfahrendem Zug ununterbrochen zur Abgangsstation zurückgekehrt ist, der bezahlte Preis für die Hinreise, sowie der Preis der Rückreise in der auf der ersteren benutzten Wagenklasse zu erstatten. Der Reisende ist jedoch zur Wahrung des diesfälligen Anspruchs verpflichtet, denselben unter Vorlegung seines Fahrbillets sogleich nach Ankunft des verspäteten Zugs dem Stationsvorsteher anzumelden. Wenn Elementarereignisse oder andere Hindernisse die Fahrt unmöglich machen, so sind die Reisenden nach Thunlichkeit mittels anderer Fahrgelegenheiten bis zur fahrbaren Strecke zu befördern; jedoch können die Reisenden nicht verlangen, daß diese Weiterbeförderung um die für die Fahrt auf der Eisenbahn erlegten Gebühren von letzterer besorgt werde.

Jedes B. ist (§ 14 des Vereinsbetriebsreglements) auf Verlangen beim Eintritt in den Wartesaal, sowie beim Einsteigen in den Wagen vorzuzeigen. Während der Fahrt muß der Reisende das B. bis zur Abnahme desselben bei sich behalten.

Der Mißbrauch der Rechte aus einem B. zieht, abgesehen von den durch die reglementarischen Bestimmungen der Bahnverwaltung ausgesprochenen Straffolgen (s. Billetrevision), die Ahndung nach den allgemeinen Strafgesetzen nach sich. Dies gilt insbesondere von der mißbräuchlichen Benutzung eines für einen andern bestimmten, unübertragbaren Fahrbillets; hierher gehören alle Freibillets, sowie alle anderen, auf Namen ausgestellten, dann solche B., welche nach ihren sonstigen Merkmalen oder nach ausdrücklichen reglementarischen Bestimmungen als unübertragbar anzusehen sind, so insbesondere Rundreisebillets, Abonnementbillets, begünstigte B., welche nur an bestimmte, sich legitimierende Personen ausgestellt werden (z. B. Arbeiter, Schüler, Touristen etc.), endlich Retourbillets, deren Unübertragbarkeit allerdings in den Kreisen der Fachjuristen und auch in der gerichtlichen Praxis, namentlich in dem Fall nicht ganz unbestritten ist, wenn die Unübertragbarkeit auf dem B. nicht vermerkt ist. Zur

Qualifikation des Mißbrauchs des B. als Betrug genügt die Thatsache, daß jemand das von einem andern für sich genommene unübertragbare B. dem Schaffner beim Einsteigen vorweist (s. diesbezüglich d. Erkenntnis des Reichsger. vom 20. Juni 1881, Archiv f. Eisenbahnwesen 1882, S. 518). Zu den strafrechtlich verfolgbaren Arten mißbräuchlicher Benutzung von B. gehört auch die Verfälschung echter B., s. Billetfälschung.

Nicht minder kann das bloße Mitfahren in einem Eisenbahnzug ohne vorherige Lösung eines B. oder sofortige Meldung beim Zugspersonal den Thatbestand des Betrugs begründen, und zwar auch dann, wenn nachträglich der Fahrpreis nebst der allfälligen strafweisen Erhöhung desselben bezahlt wird (§ 14 des Vereinsbetriebsreglem.), s. Billetkontrolle. Dr. Röll.

Billetabnahme (*Taking-off, collecting the tickets; Retrait*, m., *des billets*), Abnahme (Abstreifung) der Fahrbillets aller Gattungen, sowie der sonstigen Fahrlegitimationen geschieht teils zu dem Zweck, um deren wiederholte Benutzung unmöglich zu machen, teils zum Zweck der Revision und Kontrolle seitens der vorgesetzten Dienstesstelle. Vielfach wird bei der B. seitens der damit betrauten Organe auch eine Kontrolle der Billets gegenüber den Reisenden geübt (s. Billetrevision). Die B. erfolgt entweder während der Fahrt durch die Schaffner, und zwar vor jeder einzelnen Station, in welcher der Reisende seine Fahrt beendet, oder nach Beendigung der Fahrt durch besonders hierzu bestellte Bedienstete beim Verlassen der Bestimmungsstation. Bei Tour- und Retourkarten wird entweder je ein Teil nach Vollendung der Tour-, bezw. Retourfahrt abgenommen oder den Reisenden bis zur Beendigung der Retourfahrt die ganze Karte belassen. Rundreisebillets werden erst dann gänzlich, d. h. samt Umschlag und Titelblatt abgenommen, wenn alle darin befindlichen Streckencoupons benutzt und bahnseitig eingezogen wurden. Solche Fahrdokumente endlich, welche für eine längere Zeit Gültigkeit haben, sind erst bei Ablauf der Gültigkeitsdauer abzunehmen. Die Frage, ob es empfehlenswerter ist, die Billets während der Fahrt im Zug oder nach vollendeter Fahrt in der Station abzunehmen, ist dahin zu beantworten, daß im allgemeinen die B. während der Fahrt durch die Schaffner vorzuziehen ist, weil hierdurch die Reisenden beim Verlassen der Station ihres Reiseziels nicht unnötigerweise durch dieselbe aufgehalten werden; hierbei ist jedoch vorausgesetzt, daß der Zug aus sogenannten Durchgangswagen gebildet ist. Besteht der Zug jedoch aus solchen Wagen, welche nur an der Seite zu öffnen sind und keinen Durchgang haben, so ist es mit Rücksicht auf die gefährdete Sicherheit der Zugsbegleiter, welche sich auf den Trittbrettern bewegen müßen, geboten, die B. in der Endstation der Reise vorzunehmen.

In Deutschland erfolgt die B. während der Fahrt im Zug, in Österreich-Ungarn teils während der Fahrt (österreichische Staatsbahnen), teils auf der Bestimmungsstation, desgleichen in der Schweiz. In Frankreich, Belgien, Holland und Italien wird die B. auf der Bestimmungsstation durch das Stationspersonal vorgenommen.

Ebenso erfolgt in England die Abnahme der Billets bei der Ankunft entweder vor dem Verlassen des Perrons — bei den Stationen der Untergrund- (*Underground*-) Eisenbahn in London auch vor dem Austritt aus dem Stationsgebäude — oder, wie dies bei den meisten der in London mündenden Eisenbahnen der Fall ist, auf einer unmittelbar vor dem Endbahnhof gelegenen Vorstation, endlich aber auch vor dem Endbahnhof selbst an einer besonderen Plattform (*ticket platform*) durch dafür bestimmte Controleure, welche durch lautes Rufen (*tickets, please!*) zur Abgabe der Billets auffordern. Auf diese Weise wird die B. in sehr kurzer Zeit erledigt und ist bei der Ankunft auf dem Endbahnhof eine weitere Revision nicht erforderlich, so daß die Passagiere dann sofort den Zug und die Station verlassen können. Auf den Zwischenstationen, welche meist vollständig abgeschlossen sind, erfolgt in der Regel die B. vor dem Verlassen des Perrons durch besondere Kontrollbeamte.

In Nordamerika werden auf einzelnen Bahnen in den Personenzügen besondere Billeteinsammler verwendet, deren einzige Aufgabe es ist, Billets abzunehmen oder Billets zu verkaufen; vielfach erfolgt auch die B. in der Bestimmungsstation selbst.

Die den Reisenden abgenommenen Fahrbillets bezw. Fahrlegitimationen sind von den zur B. bestellten Organen an eine besonders bestimmte Station abzugeben, welche dieselben behufs Kontrolle an die ihr vorgesetzte Dienstesstelle einzuliefern hat. Dr. Ziffer.

Billetausgabe (*Ticket-office; Bureau*, m., *délivrance*, f., *des billets*); dieselbe erfolgt teils an den Billetschaltern, teils aber auch in den Stadtbureaux der Eisenbahnen, dann bei Speditions- und sonstigen Agenten der Eisenbahnen, in den Bureaux der internationalen Schlafwagengesellschaft, in den Privatreisebureaux, zuweilen auch auf Dampfschiffen, welche Anschluß an Eisenbahnlinien haben, in größeren Hotels etc. An Sekundärbahnen werden Billets auch von nächst einer Haltestelle situierten Wächtern, Kaufleuten, Gastwirten, bezw. während der Fahrt von dem Zugbegleitungspersonal ausgegeben. Als Regel kann man bei den kontinentalen Bahnen den Billetverkauf an den Schaltern aufstellen, wogegen in Amerika die Billets sehr häufig in den Bureaux der Eisenbahnagenten (*Ticket agents*) gekauft werden. Diese Bureaux befinden sich entweder in den größeren Gasthöfen oder in der Nähe derselben, immer aber an einem frequenten, leicht auffindbaren Punkt und sind den ganzen Tag geöffnet.

Was die B. an den Schaltern betrifft, so bestehen auf den Bahnhöfen mit lebhafter Frequenz gewöhnlich mehrere Billetschalter, und zwar getrennt nach den verschiedenen Linien, Routen (Lokal- und durchgehender Verkehr), bezw. Wagenklassen. Speciell die englischen Bahnhöfe zeichnen sich durch zweckmäßige Anlage und durch die große Zahl der Billetschalter aus. Die Einrichtung der Schalter ist oft derart, daß vor den Schaltern eiserne Quais angebracht sind, in welchen sich die Reisenden in der Reihenfolge ihres Einlangens aufstellen müssen; in dieser Reihenfolge bekommen die Reisenden die Billets.

Gewöhnlich bestehen bei den Bahnen besondere reglementarische Bestimmungen in Bezug auf die Zeit des Öffnens und Schließens der Schalter, in Bezug auf Bereithaltung des Fahrgelds etc.

Nach dem in Deutschland und Österreich geltenden Betriebsreglement werden die Billetexpeditionen in Stationen mit größerer Frequenz spätestens eine Stunde, in Stationen mit geringerer Frequenz mindestens eine halbe Stunde vor Abgang eines jeden Zugs geöffnet. Wenn zwischen zwei nach derselben Richtung abgehenden Zügen eine kurze Zwischenzeit liegt, kann die Lösung von Fahrkarten nur innerhalb dieser Frist verlangt werden.

Reisende, welche bis fünf Minuten vor Abgang des Zugs noch kein Billet gelöst haben, können auf Verabfolgung eines solchen keinen Anspruch erheben.

Das Fahrgeld ist abgezählt bereitzuhalten.

Als Zahlungsmittel ist nur das auf den Nachbarbahnen überall gesetzlichen Kurs besitzende Gold- und Silbergeld zu dem von den Bahnverwaltungen festgesetzten und durch Anschlag publizierten Kurs anzunehmen und hat neben dem Schalter eine Tabelle mit Angabe der im Schalter zu erhaltenden Billets und ihrer Preise zu hängen.

Diese Vorschriften sollen nur dazu dienen, um zu weit gehende Ansprüche des Publikums abzuwehren; thatsächlich werden jedoch dieselben in sehr coulanter Weise gehandhabt. Insbesondere werden die Schalter bei lebhaftem Verkehr auch schon vor der reglementarisch festgesetzten Zeit geöffnet und gewöhnlich erst knapp vor Abgang des Zugs geschlossen; in einzelnen großen Stationen ist sogar die Einrichtung getroffen, daß die Billetschalter ununterbrochen offen bleiben. Ebenso wird die Bestimmung, daß das Fahrgeld abgezählt bereitzuhalten ist, selten gehandhabt und sind die Billetexpedienten mit dem nötigen Wechselgeld versehen.

In der Schweiz erfolgt der Verkauf der Fahrbillets innerhalb der letzten halben Stunde vor Abgang des Zugs; in Hauptstationen für die nach 7 Uhr Morgens abgehenden Züge eine Stunde vor Abgang des Zugs. Die B. wird fünf Minuten vor Abgang des Zugs geschlossen.

In Italien beginnt die B. auf größeren Stationen in der Regel 40 Minuten vor Abgang und auf kleineren Stationen zwanzig Minuten vorher; dieselbe hört fünf Minuten vor Abgang des Zugs auf größeren und Kopfstationen, auf den übrigen mit dem Ankunftssignal des Zugs auf.

In Frankreich geschieht die Öffnung der Billetschalter (*guichets*) auf großen Stationen spätestens eine halbe Stunde, in anderen Stationen mindestens 15 Minuten vor der fahrplanmäßigen Abfahrt des Zugs; die Schließung der Schalter erfolgt bei großen Stationen frühestens 15 Minuten, in den übrigen Stationen frühestens fünf Minuten vor Abfahrt des Zugs.

In England und Amerika bestehen keine einheitlichen Vorschriften über den Zeitpunkt des Öffnens und Schließens der Schalter; dieselben werden übrigens so zeitlich geöffnet, daß die Reisenden mit aller Bequemlichkeit ihre Billets kaufen können. (Auf den englischen Bahnhöfen gewöhnlich 15 Minuten vor Abgang eines Zugs.)

Nach dem russischen Eisenbahngesetz bestimmt der Minister den Zeitpunkt des Öffnens und Schließens der Schalter in den einzelnen Stationen. Dr. Röll.

Billetausgaberegister, s. Billetkassenbuch.

Billetausgabeschrank, s. Billetschrank.

Billetausgabestelle, s. Billetausgabe.

Billetbestand, s. Billet.

Billetdruckmaschinen (*Ticket printing machines*, pl.; *Machines*, f. pl., *à imprimer les billets*) zum Bedrucken der Edmonson'schen Kartonbillets mit Nummer, Ausgangs-, Bestimmungsstation, Preis u. s. w.

Die wesentlichen Eigentümlichkeiten des Edmonson'schen Billets stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit der Konstruktion der B.

Das Format und das feste Material begünstigen das reihenweise Verschieben der Billets in der Maschine; die fortlaufende Numerierung macht es erforderlich, daß dem gewöhnlichen Druckapparat ein eigentümlicher Mechanismus zur Herstellung der Nummern beigegeben wird.

Die hieraus sich ergebenden Hauptbestandteile einer B. kehren bei allen Konstruktionen wieder, wenn auch in veränderter und im Lauf der Zeit mannigfach vervollkommneter Form.

Die älteste Form der B. rührt von Edmonson selbst her und stand lange Zeit bei allen kontinentalen Bahnen in Anwendung.

Bei der Edmonson'schen Maschine erfolgt die Bewegung durch Drehung einer Kurbel, eingeleitet durch Vermittlung eines doppelarmigen Hebels, welcher beim Niedergehen das Fortschieben der Billets und beim Hinaufgehen den Druck derselben veranlaßt.

Behufs Verschiebung der Billets ist mit jenem Hebel ein aufrecht stehender, schwingender Arm verbunden, der dieselben der Reihe nach von der unteren Seite eines in einem Gehäuse eingeschlossenen Stapels (Stiefels) entnimmt und sie dem Drucktische übergiebt.

Über der linken Seite des auf- und absteigenden Drucktisches befinden sich die in einem kleinen Satzrahmen eingesperrten Lettern zur Herstellung der Stationsnamen etc., über der rechten Seite dagegen die Numeriervorrichtung, welche aus zwei nebeneinanderliegenden Zahlenrädern besteht.

Eine wesentliche Eigentümlichkeit der Edmonson'schen Maschine besteht in der dabei angewendeten Schwärzevorrichtung. Die Druckerschwärze war ursprünglich auf einem langen Leinenband ausgebreitet, welches durch den Mechanismus der Maschine allmählich zwischen dem Drucktisch und dem Satz, bezw. den Nummern fortgeführt wurde.

Bei den später konstruierten englischen B. wird die Druckerschwärze vom Drucker mittels einer von der Druckmaschine getrennten Walze auf eine Kupferwalze und von da von der Maschine auf die kleinen Walzen übertragen, welche die Lettern berühren.

Das fertige Billet wird bei den Edmonson-schen B. durch eine Hebelvorrichtung in einen parallel mit dem Aufnahmsstapel angebrachten Auslaufstapel geschoben und gleichzeitig der in letzterem befindliche Kartenvorrat gehoben.

Die Edmonson'sche Maschine enthielt gleichzeitig eine Vorrichtung für den Hochdruck und eine Zählvorrichtung.

Die Handhabung derselben ist eine sehr schwerfällige, ihre Bedienung erfordert zwei Mann; die Leistungsfähigkeit ist gering (etwa 2000 Billets pro Tag). Eine ausführliche Beschreibung dieser Maschine s. Heusinger, Handbuch für specielle Eisenbahntechnik, Bd. 4, S. 189.

Die Druckmaschine von Göbel in Darmstadt, deren Bewegung von einer durch die rechte Hand des Druckers bewegten Kurbel ausgeht, besteht aus dem Drucktisch (0,95 m hoch), welcher die Bahn zum Verschieben der Billets enthält. Die Billets kommen in einen senkrechten Kanal oberhalb des Billettisches, werden durch den Bewegungsmechanismus aus diesem Billetgehäuse, welches auf etwa 700 Billets eingerichtet ist, mittels des Schlittens gefaßt, auf die Bahn vorgeschoben, während des Passierens der Bahn zunächst mit dem Text, dann mit den Zahlen bedruckt und fallen sohin in einen Kanal unterhalb der Tischplatte, und zwar werden die Billets durch eine Hebelvorrichtung successive in den Aufnahmsstiefel gepreßt.

Auf dem Drucktisch ist ferner ein an drei Seiten geschlossener und an der vierten Seite von der Schwärzewalze begrenzter Kasten, welcher die Druckerschwärze enthält, befestigt.

Während der Bewegung, welche das Verschieben der Billets und das Drucken bewerkstelligt, werden die drei Druckwalzen (eine für den Mitteltext und zwei für die Nummern) von den Reservoirs für die Druckerschwärze berührt, und wird letztere sohin auf die Lettern übertragen.

Das Numerierwerk besteht aus zwei Gruppen von je vier Zahlenrädern, deren jedes die Nummern 0—9 trägt und sich automatisch während des Drucks vorschiebt (s. Heusinger, Handbuch der speciellen Eisenbahntechnik, Bd. 4, S. 190).

Bei der Druckmaschine von Zimmermann in Berlin (s. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1872, S. 167) sind die beiden Numerierwerke rechts und links vom Satzrahmen, also nicht nebeneinander angebracht. Satzrahmen und Numerierwerke werden von einer einzigen, mit solider Gradführung versehenen Stange getragen.

Die fertigen Billets fallen in einen Auslaufkanal, wobei der Drucker im Gegensatz zu der Göbel'schen Maschine durch Druck mittels Daumens die Billets nach abwärts stoßen muß.

Ähnlich wie die Maschine von Zimmermann ist auch jene von Karig in Wien; sie weicht von der Konstruktion der Zimmermann'schen hauptsächlich dadurch ab, daß die beiden Numerierwerke nicht an beiden Seiten des Setzkastens, sondern ähnlich wie bei den Göbel'schen nebeneinander liegen, und daß auf der Karte zuerst der Text, dann die Nummern aufgedruckt werden.

Die Manipulation beim Einschieben des Nummernsatzes ist insoferne leichter wie bei der Zimmermann'schen Konstruktion, als bei letzterer das Numerierwerk zweimal gestellt werden muß und auch die Einstellung des mittleren Satzes bei der Zimmermann'schen Maschine vermöge der Lage desselben zwischen den beiden Numerierwerken für den Setzer Schwierigkeiten bietet.

Die Göbel'sche Maschine ist doppelt so leistungsfähig als jene von Zimmermann und Karig. Während die beiden letzteren Maschinen bei einer Umdrehung der Kurbel nur ein Billet bedrucken, genügt hierzu bei der Göbel'schen Maschine eine halbe Umdrehung.

Andererseits ist bei der Göbel'schen Maschine die Einrichtung des Nummern- und Textsatzes schwieriger als bei der Maschine von Zimmermann und Karig, weshalb sich die Verwendung der ersteren Maschine in jenen Fällen weniger empfiehlt, in denen nur kleine Auflagen von Billets herzustellen sind.

Mit der Göbel'schen Maschine lassen sich durchschnittlich pro Tag bei achtstündiger Arbeit 14 000 Billets, mit den anderen Maschinen dagegen nur 7000 Billets herstellen.

Zum Bedrucken der Rückseite der Billets müssen diese bei der bisherigen Konstruktion der Druckmaschinen nochmals in letztere eingestellt werden; um dies zu vermeiden, hat Göbel neuestens eine Druckmaschine konstruiert, bei welcher durch einen doppelten, oberhalb und unterhalb des Billets fungierenden Druckmechanismus das Billet gleichzeitig auf der Vorder- und Rückseite bedruckt wird.

Franz Metz, Beamter der österr. Staatsbahnen, hat eine transportable Billetdruckmaschine zu dem Behuf konstruiert, um die Bedruckung von Biancobillets durch die Billetexpedienten selbst zu ermöglichen.

Nach dem Vorschlag dieses Erfinders sollten nur jene Billets fertig im Vorrat gehalten werden, welche erfahrungsmäßig in größerer Zahl abgesetzt werden, alle anderen aber mittels seines Tiefdruckapparats aus vorrätig gehaltenen Biancobillets erst hergestellt werden. Auf den Biancobillets sollten zu diesem Zweck nur die Ausgangsstation in Wort und Nummer, sowie die Klasse aufgedruckt sein, während Bestimmungsstation, sowie Datum und Nummer des Zugs durch den Apparat hinzugefügt werden.

Zu gleicher Zeit sollte dieser Apparat auch selbstthätig an dem fertigen Billet einen Coupon abschneiden, welcher in einen besonderen Kontrollbehälter fällt, nachdem auf demselben durch eine bestimmte Nummer die Bestimmungsstation markiert worden ist.

Eine Beschreibung dieses Apparats, welcher nur in ganz beschränktem Umfang bei einigen Lokalbahnen Anwendung gefunden hat, s. V.-Z. 1881, S. 1113. Dr. Röll.

Billeteinheitspreise. Dieselben wurden bei der Entstehung der Eisenbahnen in damals entschuldbarer Verkennung des Unterschieds zwischen der Natur des Postverkehrs und dem Massenverkehr auf der Eisenbahn unter Zugrundelegung des Satzes des alten Postkutschentarifs gebildet; so ging man beispielsweise in Deutschland vor, wo man den schon zur Zeit des großen Kurfürsten bestandenen Posttarif (6 Groschen pro Meile) auf den gleich ausgestatteten zweiten Platz (zweiter Klasse) der Eisenbahn übertrug und für die erste und dritte Eisenbahnklasse dem entsprechend höhere, bezw. niedrigere Preise verlangte, und zwar wurde gewöhnlich das Princip eingehalten, daß sich die Sätze der III. zur II., bezw. I. Klasse wie $1 : 1^1/_2 : 2$, oder wie $1 : 2 : 3$ verhalten. Die Erfahrungen ergaben im Lauf der Zeit, daß die eingeführten Sätze gegenüber den Selbstkosten zu hoch gegriffen waren, und wurde das Mißverhältnis um so größer, je stärker sich der Personenverkehr entwickelte, je geringer sich dadurch die Selbstkosten für den Transport des einzelnen Reisenden stellten.

Dieser Umstand einerseits, die Konkurrenzen andererseits bringen es mit sich, daß die B. eine sinkende Tendenz verfolgen; insbesondere in Amerika entwickelte sich ein derartiger Kon-

kurrenzkampf in Bezug auf den Personenverkehr, daß die Eisenbahnen mit den B. sogar unter die Selbstkosten herabgingen.

In Europa geht die Verwohlfeilung der Billets nur langsam und schrittweise, namentlich auf dem Weg von Ermäßigungen für Retour-, Abonnement-, Rundreisebillets u. s. w. vor sich.

Es hat sich infolgedessen letzterer Zeit im Publikum eine mächtige Agitation behufs Herabsetzung der B. entwickelt und richtet sich diese Agitation auch gegen die kilometrische Berechnung der B., nachdem sich die Selbstkosten des Personentransports nicht im kilometrischen Verhältnis steigern.

Das Ziel dieser Agitation, deren Vorkämpfer Perrot, Hertzka, Engel u. a. sind, ist auf Einführung eines von der kilometrischen Entfernung unabhängigen Einheitstarifs, bezw. eines wesentlich ermäßigten Zonentarifs gerichtet, wie solcher ab 1. August 1889 bei den ungarischen Staatsbahnen mit folgenden Sätzen eingeführt wurde.

	Eilzüge			Personenzüge		
	Klasse			Klasse		
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
	Pfennige			Pfennige		
Nachbarverkehr:						
1. Zone	—	—	—	60	30	20
2. „	—	—	—	80	44	30
Fernverkehr:						
1. Zone (1—25 km)	120	100	60	100	80	50
2. „ (26—40 km)	240	200	120	200	160	100
3. „ (41—55 km)	360	300	180	300	240	150
4. „ (56—70 km)	480	400	240	400	320	200
5. „ (71—85 km)	600	500	300	500	400	250
6. „ (86—100 km)	720	600	360	600	480	300
7. „ (101—115 km)	840	700	420	700	560	350
8. „ (116—130 km)	960	800	480	800	640	400
9. „ (131—145 km)	1080	900	540	900	720	450
10. „ (146—160 km)	1180	1000	600	1000	800	500
11. „ (161—175 km)	1300	1100	660	1100	880	550
12. „ (176—200 km)	1420	1200	720	1200	920	600
13. „ (201—225 km)	1680	1300	840	1400	1060	700
14. „ (226 km und darüber)	1920	1400	960	1600	1160	800

Die dermalen in den einzelnen Staaten Europas zur Anwendung kommenden mittleren B. sind aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich. Dieselbe enthält die B. für gewöhnliche Personenzüge; die Preise für Schnellzüge erfahren in der Mehrzahl der Staaten (Frankreich, England, Schweiz ausgenommen) einen Aufschlag von 8—25%, jene für gemischte Züge einen Preisabschlag bis zu 20%.

Aus dieser Zusammenstellung ist zu ersehen, daß Belgien neben Norwegen die billigsten B. besitzt. Diesen beiden Staaten zunächst kommt Süddeutschland, dessen Bahnen billigere B. als die norddeutschen haben. Die österreichischen Staatsbahnen haben gleiche Tarife wie die norddeutschen Bahnen, wogegen die österreichischen und ungarischen Privatbahnen zumeist höhere Einheitssätze anwenden. Hierbei ist aber allerdings zu berücksichtigen, daß die norddeutschen, dann die österreichischen und ungarischen Bahnen ein Gepäckfreigewicht von 25 kg für jedes Billet gewähren, während ein solches Freigewicht in Süddeutschland nicht eingeführt ist.

Rechnet man den Wert des Freigewichts in der I. Klasse mit 10%, in der II. Klasse mit 14%, und in der III. Klasse mit 21% des Fahrpreises, so stellen sich die B. in Norddeutschland allerdings nur unwesentlich billiger als in Süddeutschland.

Eine Vergleichung der B. der IV. Klasse, welche nur in wenigen Staaten (so in Deutschland, bei einzelnen Bahnen in Österreich und Italien) besteht, fällt zu Gunsten Norddeutschlands aus, wo die billigsten Sätze für diese Klasse bestehen.

Länder	Klasse			
	I.	II.	III.	IV.
	Pfennige			
Norwegen	5,6	3,4	2,6	—
Belgien	5,8	4,4	3,0	—
Süddeutschland	8,0	5,3	3,4	2,25
Dänemark	7,8	5,4	3,4	—
Schweden	7,9	5,9	3,9	—
Norddeutschland	8,0	6,0	4,0	2,0
Österr. Staatsbahnen	8,0	6,0	4,0	—
Niederlande	8,0	6,8	4,3	—
Griechenland	8,0	4,8	3,6	—
Schweiz	8,3	5,8	4.1	—
Portugal	8,5	6,6	4,6	—
Italien	9,0	6,3	3,3	2,7
Rumänien	9,0	7,0	4,5	—
Rußland *)	9,1	6,9	3,8	—
Frankreich	10,0	7,4	5,4	—
Österr. und ungar. Privatbahnen **)	10,0	7,0	5,0	2,5
Spanien	10,5	7,8	5.4	—
Serbien	11,2	8,4	5,6	—
Bulgarien	11,2	8,8	4,8	—
England	11,4	8,3	5,0	—
Türkei	12,3	9,2	5,9	—

*) Hierzu Stempelzuschlag von 25% bei I. und II. Klasse, bezw. von 15% bei III. Klasse.

**) Bei den ungarischen Bahnen wird eine 18%ige Transportsteuer eingehoben.

In Amerika kann man als Fahrpreis durchschnittlich 7,7 Pf. pro Kilometer annehmen. Nach Brosius variieren die Fahrpreise zwischen 4,3 und 5,5 Pf. pro Kilometer (s. auch Personentarif). Dr. Röll.

Billetexpedition, umfaßt die Gesamtheit der mit der Bestellung, Aufbewahrung, Ausgabe und Verrechnung der Billets, dann mit der Aufstellung der vorgeschriebenen Rapporte, sowie mit der Verwaltung und Abführung der Einnahmen an die Sammelkassen verbundenen Geschäfte.

Die Ordnung des Personenverkehrs erfordert, daß jede Station mit einem genügenden Vorrat an Billets aller überhaupt auszugebenden Arten derselben versehen sei. Als Regel gilt, daß immer ein auf zwei (bei einigen Bahnen auf drei) Monate ausreichender Vorrat vorhanden sein muß. Diesen Vorrat erhält die Billetexpedition jeder Station bei der Eröffnung des Betriebs und ergänzt ihn stets wieder durch von der Ausgabsstelle nachverlangte Billets. Das Verlangen der Billetlieferungen erfolgt mittels Verlangzettel, Präliminare, Bestellbuch u. dgl.; die Verlangzettel und Präliminarien werden in der Regel doppelt ausgestellt; das eine im vorhinein quittierte Pare wird von der Ausgabsstelle als Beleg zurückbehalten, das andere geht mit den verlangten Billets an die Expedition zurück.

Wo Bestellbücher eingeführt sind, erfolgt das Bestellen der Billets mittels eines von der Station an die Billetausgabestelle nebst einem Bestellzettel einzusendenden Buchs, in welchem die für die betreffende Station verabfolgten Billets hintereinander eingetragen werden.

Die mittels eigener Billetzählmaschinen (s. d.) gezählten Billets werden in Päckchen zu 50 oder 100 Stück vereinigt mit Umschlag versehen, verschnürt und versiegelt den Billetexpeditionen zugeschickt; auf dem Umschlag ist die Stückzahl, die niedrigste und höchste Nummer, die Gattung und der Preis notiert.

Nach Empfang einer solchen Billetsendung hat die B. sofort deren Richtigkeit zu prüfen, d. h. die Billets mit den Eintragungen im Bestellschein oder Buch zu vergleichen. Unrichtigkeiten sind sofort der Ausgabestelle mitzuteilen, sonst gilt die Sendung als richtig und vollzählig und muß die Billetexpedition für ihren Wert aufkommen.

Die empfangenen Billets werden in den Billetschränken eingereiht, indem die Verpackung entfernt, die Reihenfolge aber erhalten wird. Diese Reihenfolge ist derart, daß die niedrigste Nummer unten liegt und werden die zu verkaufenden Billets von unten abgenommen.

Die Rechnungslegung bei der B. umfaßt die Zusammenstellung und den Abschluß der Tagesrechnungen, die Monatsrechnungen etc.; als leitendes Princip gilt, daß für jede Kategorie von Fahrkarten, sowie für jede Verkehrsrelation getrennte Rechnung aufzustellen ist.

Die Rechnungslegung der Stationen wird in allen Verkehren von den Kontrollbureaux der betreffenden Bahnen geprüft, welche sodann für den Anschlußverkehr mit den Abrechnungsbureaux, oder soweit keine solchen bestehen, mit der den bezüglichen direkten Verkehr abrechnenden Verwaltung nach den diesfalls vereinbarten Bestimmungen, Ausgleichung der auf jede einzelne Gesellschaft entfallenden Anteile pflegt.

Die Geldabfuhr aus dem Personenverkehr erfolgt täglich und gleichzeitig mit der Abfuhr der übrigen Einnahmen.

Von Zeit zu Zeit lassen die Bahnverwaltungen durch Direktionsorgane (Kassarevisoren) eine Skontrierung des Billet- und Geldstands der Billetrechnungsleger zum Zweck der Feststellung der ordnungsmäßigen Gebarung derselben vornehmen, s. Billetsturz.

Billetfälschung (*Falsification*, f., *des billets*), die Nachahmung echter Billets, bezw. die Vornahme von Änderungen an echten Billets in betrügerischer Absicht (Verfälschung).

Die Fälle der Billetfälschung sind verhältnismäßig seltener als jene der Verfälschung und stehen zumeist im Zusammenhang mit Mißbräuchen bei Fabrikation der Billets in den Eisenbahn- und sonstigen Druckereien (über falsche Billets in Amerika s. u. a. V.-Z. 1884, Nr. 69).

Was die Verfälschung anbelangt, so gehören zu den gewöhnlichsten Formen derselben die Unkenntlichmachung des Stempels, welcher ein Billet als bereits benutzt kennzeichnet, ferner Vornahme von textlichen Veränderungen zu dem Zwecke, um ein Billet, dessen Gültigkeit bereits abgelaufen ist, als noch gültig erscheinen zu lassen oder ein Billet für eine weiter gelegene Bestimmungsstation als jene, worauf das Billet lautet, benutzbar zu machen. Derartige textliche Änderungen lassen sich bei Biancobillets besonders leicht durchführen, indem man die mit Tinte eingeschriebenen Stellen, wie Bestimmungsort, Preis und Gültigkeitsdauer, durch Anwendung chemischer Mittel vom Papier entfernt und sohin beliebig neuen Text einschreibt; es kommen bei derartigen Billets beispielsweise in Amerika soviel Verfälschungen vor, daß die Vereinigung der *Ticket Collectors* eine eigene Enquete von Fachmännern zur Begutachtung darüber einberief, welche Tinte am meisten Gewähr gegen Radierung biete und daher bei Ausfüllung von Biancobillets (*Skeleton tickets*) angewendet werden solle (s. V.-Z. 1884, Nr. 94).

Bei Vorkommen falscher oder verfälschter Billets sind die Eisenbahnverwaltungen berechtigt, solche einzuziehen, die betreffenden Reisenden zur Nachzahlung des Fahrpreises und eventuell zur Strafzahlung zu verhalten (beispielsweise wird von den italienischen Bahnen bei Konstatierung einer B. vom Reisenden eine Zuschlagstaxe in der Höhe des dreifachen Fahrpreises eingehoben).

Überdies unterliegt die B. der strafgerichtlichen Ahndung. Von den deutschen Gerichten wird die B. unter den Begriff der Urkundenfälschung nach § 256 des deutschen Strafgesetzes vom 15. Mai 1871 subsumiert (Verfälschung oder fälschliche Anfertigung von öffentlichen Urkunden oder solchen Privaturkunden, welche zum Beweise von Rechten oder Rechtsverhältnissen von Erheblichkeit sind). Daß die Eisenbahnbillets ungeachtet dieselben nicht unterzeichnet sind und keine vollständige Darlegung des Rechtsverhältnisses enthalten, auf welches sie sich beziehen, als in der allgemein üblichen Form ausgestellte Beweismittel für die Fahrberechtigung, sonach Urkunden seien, deren Fälschung unter das Strafgesetz falle, wurde vom deutschen Reichsgericht wiederholt anerkannt (s. u. a. das Erkenntnis dieses Gerichts vom 21. Mai 1883 im Archiv f. Eisenb. 1883). Die Strafe für Urkundenfälschung wird nach dem deutschen Strafgesetz, falls es sich um eine öffentliche Urkunde (also um das Billet einer Staatsbahnverwaltung) handelt, mit Zuchthaus bis zu zehn Jahren und eventuell auch noch mit Geldstrafe von 150—6000 Mk., falls eine Privaturkunde in Frage kommt, mit Zuchthaus bis zu fünf Jahren, nebst eventueller Geldstrafe bis 3000 Mk. bemessen.

Nach österreichischem Recht qualifiziert sich B. als Betrug (§ 197 des allgem. Strafgesetzes vom 27. Mai 1852) und wird, falls selbe das Billet einer Staatsbahnverwaltung betrifft, stets als Verbrechen, falls es sich um ein anderes Billet handelt, nur bei einem 25 fl. ö. W. übersteigenden Betrag als Verbrechen, sonst als Übertretung bestraft.

Nach französischem Recht erscheint die Qualifikation der B. als Betrug (*escroquérie*), bezw. die Strafbarkeit derselben nach Art. 405 des Code pénal zweifelhaft; einzelne Gerichte (so jenes von Paris 1878) haben diese Qualifikation bejaht, andere dagegen (so jene von Aix und Bordeaux) dahin entschieden, daß mit Rücksicht auf den Wortlaut des Code pénal die Bestimmungen desselben über Betrug auf die B. nicht anwendbar seien und letztere lediglich

nach Art. 21 des Eisenbahnpolizeigesetzes vom 25. Juli 1845 gestraft werden können.

Die in letzterem festgesetzte Strafe ist eine Geldstrafe in der Höhe von 16—3000 Frs. und im Wiederholungsfall innerhalb eines Jahrs bis zu 6000 Frs., außerdem Gefängnis von drei Tagen bis zu einem Monat.

Nach Art. 16 des schweizerischen Transportreglements werden verfälschte Billets als ungültig eingezogen und behalten sich die Bahnverwaltungen in solchen Fällen weitere Maßregeln in civil- und strafrechtlicher Hinsicht vor, s. Billetrevision. Dr. Röll.

Billethandel, Verkauf von Eisenbahnfahrkarten durch private Unternehmer, die nicht im Dienste einer Eisenbahn stehen. Die Billethändler besorgen, soweit sie die Billets von den Eisenbahnverwaltungen beziehen, den Verkauf teils gegen bestimmte Entschädigung (Provision), teils ohne eine solche.

Der B. wird besonders schwungvoll in Amerika betrieben; hier sind es die *Ticket Brokers* oder *Ticket Scalpers*, welche in besonderen Bureaux eine große Anzahl von Fahrkarten der verschiedensten Routen auf Lager haben und deren Thätigkeit sich hauptsächlich auf den Preis der Karte selbst richtet. Je nach der Richtung, Dauer der Reise und Häufigkeit der Unterbrechung wird nämlich der Preis mit dem Käufer entsprechend ausgehandelt. Diese Billethändler wissen auch die Konkurrenz einzelner Bahnen für gewisse Linien zu ihrem Vorteil auszunützen und so die Billetpreise zu drücken. Gegen solche Umtriebe suchen sich nun die Eisenbahnen durch örtliche Billetpreiskartelle zu schützen; sie verpflichten sich darnach keinem *Broker* Karten unter einem bestimmten Minimalsatz zu verkaufen, bezw. keinem mehr eine Provision zu bewilligen. Der Zwischenstaatsverkehrsverband plant überdies das ganze Billethandelswesen abzuschaffen.

Auf einer solideren Basis stehen die Unternehmer, welche sich in Europa mit dem B. befassen. In England sind es vor allem H. Gaze and Son, welche gegen Vorausbezahlung des Werts, Billetcoupons von den Eisenbahnen beziehen und dieselben zu Rundreiseheften vereinen, sowie in Deutschland Thomas Cook und Sohn in Köln.

Sonst ist in Deutschland der Verkauf von Fahrkarten I. und II. Wagenklasse nach Hafenplätzen und größeren Städten Europas gegen Provision und Sicherstellung, der Speditionsfirma Brasch & Rothenstein und Liepermann in Berlin übertragen. Schottenfels & Comp. in Frankfurt a. M. vermitteln den Verkauf von Schlafwagenkarten auf der Linie Frankfurt-Berlin über Nordhausen. Das Reisebureau Karl Stangen in Berlin giebt Streckencoupons und Fahrkartenhefte zu Reisen nach dem Orient aus.

In Österreich sind es die allgemeine österreichische Transportgesellschaft, dann das Reisebureau der Firma Schenker & Cie., welche Fahrkarten nach den verschiedenen Ländern aufliegen haben.

Auch die Internationale Schlafwagengesellschaft, welche in allen größeren Städten Europas Filialen hat, befaßt sich mit dem Verkauf von Eisenbahnbillets.

Der Handel mit nicht benutzten Retourkarten wird in den meisten größeren Städten des Kontinents schwunghaft betrieben, und zwar selbst dort, wo die Übertragung von Retourbillets als strafbar gilt.

Billetjournal, bei einzelnen Bahnen Deutschlands übliche Bezeichnung für den Verwendungsvormerk der Fahrkarten, welcher von den Billetverkaufsstellen in monatlichen Ausweisen geführt wird. In das B., welches eine nach Verkehrslinien und Billetsorten geordnete Aufzeichnung über die von der Billetverwaltung empfangenen Billets enthält, sind abends nach Abgang des letzten Zugs die verkauften, verstempelten oder sonst in Abgang gekommenen Billets einzutragen. Das B. dient als Beleg für den Billetverkaufsrapport (s. d.).

Billetkassenbuch, das Kassenbuch der Billetexpedition, welches dazu bestimmt ist, die vor Monatsanfang vorhanden gewesenen, im Lauf des Monats durch Nachempfang neu hinzugekommenen, die verkauften, die am Monatsschluß noch vorhandenen Billets und die Einnahmen aus dem Billetverkauf nachzuweisen. Der Billetstand muß dadurch stets evident gehalten werden. Die Eintragungen erfolgen täglich entweder nach Abgang des letzten Zugs oder frühmorgens. Am Monatsschluß wird das Billetkassenbuch abgeschlossen und der Sollbestand an Billets mit dem wirklichen Bestand verglichen, der letztere sodann in das Kassenbuch für den neuen Monat eingetragen. An besonderer Stelle werden die Einnahmen für jene Personenbeförderungen, die nicht mittels gewöhnlicher Billets erfolgen (Extrazüge, Rundreise- und Abonnementsbillets etc.) vorgetragen. Nach Abschluß des Buches wird dasselbe an die Betriebskontrolle eingesendet.

(Ausf. hierüber s. bei Rohr, Handbuch des prakt. Eisenbahndienstes.) Dr. M. Haushofer.

Billetkontrolle, s. Billetrevision.

Billetreserve, s. Billetexpedition.

Billetrevision (*Examination of tickets; Contrôle*, m., *des billets*), die bahnseitig bei Antritt der Fahrt, während oder bei Beendigung derselben erfolgende Durchsicht der Billets der Reisenden zum Zweck der Feststellung, ob letztere mit gültigen Billets für die entsprechende Strecke, Klasse und Zugsgattung versehen sind.

In Bezug auf die B. lassen sich zwei Systeme unterscheiden; die Hauptkontrolle geschieht nämlich entweder im Waggon während des Stillstands des Zugs und während der Fahrt, oder aber beim Eintritt in und beim Austritt aus dem Bahnhof. Das erstere System ist in Deutschland und bei einigen österreichischen Bahnen, das letztere System bei der Mehrzahl der österreichischen Bahnen, dann bei den belgischen, holländischen, französischen, englischen und amerikanischen Bahnen in Anwendung.

Das System der Kontrolle während der Fahrt erfordert unvermeidlich eine größere Anzahl von Schaffnern, die dann bei den Personenzügen auch nicht so umfassend als Bremser verwendet werden können; diese Kontrolle bedingt überdies, wenn anders man die zahlreichen Unfälle vermeiden will, welche den Schaffnern durch die Kontrolle der Billets von den Trittbrettern aus zustoßen, die Ermöglichung einer Kommunikation im Inneren des Waggons durch Herstellung eines Mittel- oder Seitengangs.

Die Kontrolle beim Ein- und Austritt erfordert ihrerseits einen strengen Abschluß der Bahnhöfe gegenüber den Personen, welche nicht

mit einem Billet versehen sind, sowie die Aufstellung eigener Organe zur B. an den Ein- und Ausgängen. Die vorgenommene B. wird auf den Billets gewöhnlich mittels einer Markierzange gekennzeichnet, welche vielfach (bei Abonnementbillets etc.) auch das Datum aufdrückt.

Neben der jedesmaligen Kontrolle durch die Schaffner während der Fahrt, sowie jener beim Ein- und Austritt aus dem Bahnhof werden vielfach außergewöhnliche Revisionen der Billets durch Organe der Bahndirektionen vorgenommen.

Nach den reglementarischen Bestimmungen der Eisenbahnen sämtlicher Staaten sind die Reisenden jederzeit bis zur Beendigung der Fahrt verpflichtet, ihre Billets vorzuweisen, und sind die Eisenbahnen berechtigt, gegen Reisende, welche ohne entsprechendes Billet für die betreffende Strecke, Zugsgattung und Wagenklasse betroffen werden, mit Geldstrafen vorzugehen; Reisende, welche die Bahnanstalt in Bezug auf das Fahrgeld zu übervorteilen suchen, unterliegen gewöhnlich auch der Ahndung nach den allgemeinen Strafgesetzen.

Nach den in Deutschland und Österreich geltenden Reglements ist das vom Reisenden gelöste Billet auf Verlangen bei dem Eintritt in den Wartesaal, sowie beim Einsteigen in den Wagen vorzuzeigen. Während der Fahrt muß der Reisende das Billet bis zur Abnahme desselben bei sich behalten.

Der Reisende, welcher ohne gültiges Fahrbillet betroffen wird, hat für die ganze von ihm zurückgelegte Strecke, und wenn die Zugangsstation nicht sofort unzweifelhaft nachgewiesen wird, für die ganze vom Zug zurückgelegte Strecke das Doppelte des gewöhnlichen Fahrpreises, mindestens aber den Betrag von 6 Mk. (3 fl.) zu entrichten. Der Reisende, welcher beim Einsteigen dem Schaffner meldet, daß er wegen Verspätung kein Billet mehr habe lösen können, hat, wenn er überhaupt noch zur Mitfahrt zugelassen wird, einen um 1 Mk. (50 kr.) erhöhten Fahrpreis zu zahlen.

Nach § 16 des schweizerischen Transportreglements vom 1. Juli 1876 sind die Billets während der Fahrt den Schaffnern auf ihr Verlangen vorzuweisen und von letzteren zu coupieren. Die Billets werden entweder vor Ankunft am Bestimmungsort von den Schaffnern oder beim Ausgang aus der Station eingezogen. Personen, welche ohne Fahrbillet oder mit einem ungültigen betroffen werden, haben, außer der tarifmäßigen Fahrtaxe, eine Supplementstaxe von 50 Cts. zu bezahlen, welch letztere auch solche Reisende außer der betreffenden Mehrtaxe zu zahlen haben, welche in einer höheren Klasse als derjenigen, für welche sie die Fahrtaxe bezahlt haben, angetroffen werden.

Von der Verpflichtung zur Zahlung der Supplementstaxe ist ausgeschlossen:

1. der Reisende, der zur Lösung eines neuen Billets in einer Übergangsstation zu wenig Zeit hat, worüber er vom Schaffner als Legitimation einen Ausweis (Marke) erhält;

2. der Reisende, der aus Irrtum in den unrichtigen Zug einsteigt;

3. der Reisende, welcher weiter zu fahren wünscht, als sein Billet lautet, wenn er seine Absicht vor der Station, auf welche sein Billet ausgestellt ist, dem Schaffner mitteilt.

Bei den belgischen Staatsbahnen erfolgt seit dem Jahr 1884 die erste B. durch die Schaffner, und zwar in der Weise, daß während des Aufenthalts des Zugs auf den Stationen die Billets der Reisenden I. und II. Klasse geprüft werden; hierauf begiebt sich der Schaffner, falls Durchgangswagen vorhanden sind, in einen Wagen, sonst in ein Coupé III. Klasse und revidiert in diesem während der Fahrt die Billets. Von Station zu Station ist die Revision je nachdem in einem Wagen oder Coupé III. Klasse vorzunehmen und nach und nach in sämtlichen Wagen III. Klasse zu beendigen. Die Billets bleiben in den Händen der Reisenden und sind beim Verlassen des Bahnhofs auf der Bestimmungsstation an den überwachenden Stationsbeamten abzugeben.

Dem entsprechend ist den Schaffnern das Bewegen auf den Trittbrettern während der Fahrt verboten, nur falls die B. bei den Reisenden I. und II. Klasse auf einer Station nicht hat beendigt werden können, ist ausnahmsweise gestattet, die Revision während der Fahrt zu beendigen.

Reisende, welche ohne gültiges Fahrbillet betroffen werden, zahlen nach dem ministeriellen Dekret vom 25. Mai 1887 außer dem gewöhnlichen Fahrpreis den Betrag von 2 Frs. Hat der Reisende jedoch dem Zugspersonal gemeldet, daß er keine Fahrkarte gelöst hat, so kann er von der Entrichtung der obgenannten Taxe befreit werden. Der Preis wird nach der höchsten Klasse, welche der betreffende Zug führt, berechnet, wofern nicht der Nachweis erbracht wird, daß der Reisende eine niedrigere Klasse benutzt habe.

In Frankreich geschieht die Kontrolle der Reisenden in der Bestimmungsstation bei der Rückstellung der Billets durch Aufseher oder Beamte, welche hierzu speciell vom Stationschef bestimmt werden. Die außerordentliche Kontrolle haben die *Contrôleurs de route* und die *Chefs de train* abwechselnd bald in dem, bald in einem anderen Bahnhof vorzunehmen. Die Controleurs haben bei Ausführung ihres Dienstes keinen regelmäßigen Turnus zu machen, damit nicht die Reisenden hieraus Kombinationen machen, um der Kontrolle zu entgehen. Die Kontrolle ist soviel wie möglich an Abzweigungspunkten vorzunehmen. Die Kontrolle soll mit möglichst geringer Belästigung des Publikums erfolgen.

Reisende, welche bei der Ankunft ohne Billet betroffen werden, haben den Fahrpreis für die ganze vom Zug durchfahrene Strecke zu bezahlen, wofern sie nicht nachweisen können, daß sie nur eine kürzere Strecke gefahren sind. Dieser Nachweis kann auch durch den Gepäcksschein geführt werden.

Ein Reisender, welcher ohne ein gültiges Billet für die betreffende Klasse betroffen wird, oder eine sonstige Kontravention gegen die Reglements begeht, verfällt einer Geldstrafe von 16—3000 Frs.

In Italien erfolgt die B. teils beim Einsteigen in den Waggon, teils während der Fahrt, teils bei Ankunft in der Bestimmungsstation.

Der Reisende, welcher während der Fahrt oder bei Ankunft ohne Billet angetroffen wird und nicht nachweist, daß er davon beim Platznehmen im Zug dem Dienstpersonal Kenntnis gegeben, indem er sich bereit erklärt habe, den

Fahrpreis zu entrichten, muß den Betrag eines Billets, berechnet nach der Entfernung von der Ursprungsstation des Zugs, zuzüglich einer diesem Billetpreis gleichen Zuschlagstaxe bezahlen. Beweist er jedoch, daß er von einer Zwischenstation abgereist ist, so berechnet sich der Billetpreis und die Zuschlagstaxe von dieser Station her.

Die Fahrt wird als in erster Klasse zurückgelegt angesehen, wenn nicht festgestellt wird, daß sie in einer niedrigeren Klasse ausgeführt wurde. Eine gleiche Zuschlagstaxe hat auch derjenige Reisende zu bezahlen, welcher ein bereits verfallenes oder sonst für die unternommene Fahrt nicht ausreichendes Billet vorweist.

In England ist keinem Reisenden gestattet, einen Waggon zu betreten, wenn er nicht von der Gesellschaft mit einem Billet versehen ist, welches Wagenklasse, dann Anfangs- und Endpunkt der Fahrt (nach dem Gesetz vom 30. August 1889 auch den Fahrpreis) angiebt. Jeder Reisende hat sein Billet jedem ordnungsmäßig befugten Beamten der Gesellschaft vorzuzeigen und abzuliefern, wann auch immer er aufgefordert wird.

Die B. geschieht durch die Stationsbeamten, und zwar mit Ausnahme der kleineren Stationen, wo dieselbe durch die *Porters* bewirkt wird, durch besondere Kontrollbeamte (*Ticket Collectors*). Bei der Abfahrt geschieht die B. entweder in der Weise, daß das Publikum wie in Deutschland ungehinderten Zugang zu dem Perron, bezw. den Zügen hat, dagegen die Billets beim Einsteigen in die Wagen durch die *Ticket Collectors* revidiert und von diesen Beamten sodann die Coupés verschlossen werden, oder daß die Perrons (gewöhnlich mit hölzernen gitterartig konstruierten Thoren) abgesperrt sind und die Revision der Billets beim Eintritt auf den Perron erfolgt, so daß letzterer nur für Personen zugänglich ist, welche sich mittels eines Billets als Reisende legitimieren können. Dieses System ist als das bei weitem verbreitetste anzusehen. Bei der Art der Kontrolle, wie sie auf den meisten englischen Eisenbahnen geübt wird, daß nämlich die Fahrbillets beim Verlassen des Perrons abgegeben werden, ist allerdings die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß jemand eine höhere Wagenklasse benutzt, als ihm sein Billet gestattet. Es finden deshalb nach Bedürfnis außergewöhnliche Revisionen der Züge statt, und zwar Revisionen einzelner Coupés, indem ein Beamter mitfährt und während der Fahrt die Billets der in diesem Coupé Mitreisenden revidiert, oder aber die Züge halten vor der Station und sämtliche Billets werden revidiert.

Nach dem englischen Gesetz vom 30. August 1889 (Art. IV) hat jeder Reisende, welcher ohne Billet betroffen wird oder sich weigert, das Billet vorzuzeigen, von der Abgangsstation des Zugs bis zum Ende der Reise das Fahrgeld zu bezahlen oder den Bahnorganen seinen Namen und Wohnort bekanntzugeben, widrigenfalls derselbe im summarischen Verfahren zu einer Geldstrafe bis zu 40 sh. verurteilt werden kann.

Wer auf Bahnen reist oder zu reisen versucht, ohne vorher sein Fahrgeld entrichtet zu haben und mit der Absicht, dessen Zahlung zu vermeiden, wer ferner wissentlich und vorsätzlich sein Billet in einer weiteren Strecke oder höheren Klasse, als jener für die es gültig ist, benutzt, wer endlich bei nicht bezahlter Fahrt über Anfrage des Bahnorgans falschen Namen oder Wohnort angiebt, soll im Weg des summarischen Verfahrens zu einer Geldstrafe bis zu 40 sh., im Wiederholungsfall bis zu 20 Pfd. St., eventuell zu Gefängnis bis zu einem Monat verurteilt werden.

Nach dem russischen Eisenbahngesetz muß ein Reisender, welcher im Zug ohne Billet getroffen wird, das Doppelte des Fahrpreises für die ganze vom Zug durchfahrene Strecke bis zu der Station, welche unmitelbar auf den Ort folgt, an welchem das Fehlen des Billets entdeckt wurde, zahlen; ebenso hat der Reisende, welcher in einer höheren Klasse oder über jene am Billet angegebene Bestimmungsstation fährt, das Doppelte des Preisunterschieds, bezw. des Fahrpreises von der Bestimmungsstation bis zu der dem Ort der Entdeckung nächstfolgenden Station zu zahlen.

Die Bestimmung bezüglich Zahlung des doppelten Fahrpreises erstreckt sich nicht auf die Fälle:

a) wenn der Reisende kein Billet mehr bekommen konnte und sich mit Bewilligung des Stationsvorstands in den Zug setzt;

b) wenn der Reisende nachweist, daß ihm das Billet abhanden gekommen ist.

In Amerika erfolgt die Kontrolle der Billets durch die Schaffner während der Fahrt. Der Passagier ist daselbst nicht verpflichtet, das Billet vor dem Einsteigen zu lösen. Er kann die Fahrt auch im Waggon zahlen, ohne daß ein Mehrbetrag zu entrichten wäre.

Dr. Röll.

Billetschneidmaschinen, Apparate zum Zuschneiden des Billetkartons in das für die Billets erforderliche Format. Solche B. sind notwendig, einerseits mit Rücksicht auf die große Zahl der zu verwendenden Billets, und andererseits, weil die Konstruktion der Billetdruckmaschine es erfordert, daß alle Billets von gleicher Größe sind. Gewöhnlich bedient man sich zweier Apparate, von denen der eine — die Streifenschneidmaschine — den Karton zuerst in Streifen schneidet, deren Länge der Breite des Billets entspricht, während der zweite — die eigentliche B. — erst die Kartonstreifen auf Billetgröße zerschneidet. Mit solchen B. können pro Tag 100 000—130 000 Billets vorgerichtet werden (s. u. a. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1876, S. 147).

Billetschrank, Billetkasten (*Casier*, m., *des billets*) zur Aufbewahrung und Ausgabe der Edmonson'schen Billets seitens der Billetexpeditionen.

Die Konstruktion des B. bietet mit dem Wachsen des Verkehrs und der Stationen stetig zunehmende Schwierigkeiten. Ein solcher Schrank soll nur so hoch sein, um aus seiner obersten Reihe die Billets einzeln und mit gleicher Leichtigkeit und Bequemlichkeit wie aus den mittleren Reihen herausziehen zu können, er soll aber auch aus gleichem Grund nicht zu tief sein, und seine Breite soll sich nicht soweit erstrecken, daß der Einnehmer genötigt ist, zur Erlangung von Billets aus den äußersten Fächern, den Schalter vollständig zu verlassen.

Andererseits ist zu berücksichtigen, daß sich infolge der bedeutenden Verkehrsentwicklung unserer Zeit und der äußerst verschiedenartigen Gestaltung der Verkehrsbedürfnisse eine große

Zahl von Billetunterscheidungen herausgebildet hat, so daß in bedeutenderen Stationen 600—1000 Billetsorten im B. unterzubringen sind.

Am gebräuchlichsten sind dermalen B., deren untere, aus Holz konstruierte Abteilung weiter vorgebaut und mit Schiebladen zur Aufnahme von Zettel- und Reservebillets versehen ist, während die obere eiserne Abteilung sowohl an der Rückwand als auch an der Thürseite zur Aufnahme der nach Verkehren, Stationen und Gattungen geordneten Billets eingerichtet ist, so daß nach Öffnung des ein- oder zweithürigen Schranks die Reihen der Fächer, in denen sich Billets befinden, doppelt so lang sind, als der Schrank breit ist. Die untere Abteilung ist mit einem Querleisten versehen, welcher über die Laden gelegt werden kann und sperrbar ist. Der eigentliche B., welcher entweder ein- oder zweiflügelig ist, wird mittels Schrauben an dem Unterkasten befestigt.

Die Einrichtung und Anwendung der Fächer ist im wesentlichen folgende:

In den durch die Breite der Billets bedingten regelmäßigen Abständen laufen in der ganzen Breite des Schranks von oben nach unten dünne, aber feste, aus Eisen oder Zinkblech hergestellte Wandungen; in gleichen und regelmäßigen Querreihen sind statt fester Böden zwischen je zwei Wandungen blecherne Querleisten angebracht, worauf die Billets aufliegen. Die Querleisten stoßen aber nicht in der Mitte zusammen, sondern haben soviel Spielraum, daß von unten mit einem Finger das untenliegende Billet hervorgeschoben und so von außen erfaßt und herausgezogen werden kann.

Vorne haben die Wandungen gleichfalls leistenartige, jedoch weder ganz bis nach oben noch bis nach unten reichende Ansätze, durch welche die Billets in den Fächern zurückgehalten werden.

Unter jedem Fach befindet sich eine kleine Schiefertafel mit der Billetaufschrift zur Orientierung. Die Lagerung der Billets in den Schränken ist nicht horizontal, sondern in einem um 25° geneigten Winkel.

An den einzelnen Fächern, welche Billetserien von 50, 100 oder 200 Stück fassen, befinden sich Vorreiber zum Verschluß der einzelnen Fächer, an deren Stellung man erkennen kann, ob aus einem Fach Karten entnommen wurden oder nicht.

Wissel in Hannover hat B. derart konstruiert, daß das ganze innere Fachwerk herausgenommen werden kann, daß ferner die einzelnen Fachreihen durch Anbringung kleiner Lagerzapfen aus der vertikalen in eine nach vorn geneigte Stellung gebracht werden können (siehe Heusingers Handbuch für specielle Eisenbahntechnik, Bd. 4, S. 198).

Betriebsoberinspektor Hartmeyer der sächsischen Staatsbahnen hat im Jahr 1877 einen turmartigen B. erfunden; ein runder Mantel, verschließbar mit leicht verschiebbarer Thür, umschließt eine zwölfeckige Trommel von 900 mm Durchmesser, an welcher 1008 Fächer so angebracht sind, daß je sieben — behufs Erleichterung des Füllens — gleichzeitig leicht abgehoben werden können.

Die Lagerung dieser Trommel ist derart, daß bei jeder vorkommenden (auch nur einseitigen) Belastung ein leichter Fingerdruck genügt, dieselbe zu drehen, um die gewünschte Billetsorte entnehmen zu können. Ein viereckiger Unterschrank trägt den oberen runden Bau und dient zur Aufbewahrung von Rundreise- und Reservebillets, sowie der Tageskasse.

Dieser drehbare B. nimmt wenig Raum ein, gestattet dem Einnehmer an seinem Schalter zu verbleiben, ermöglicht eine leichte Übersicht und Ausgabe der Fahrkarten, enthält 1008 Billetsorten und faßt im ganzen gegen 76 000 Fahrkarten; zwei solche Behälter genügen für die stärksten Stationen.

Der Hartmeyer'sche B. kam vielfach in Deutschland und Österreich in Verwendung, hat jedoch aus dem Grund nicht vollständig den Erwartungen entsprochen, weil der Mechanismus öfters versagt und der Einnehmer bei Eintritt dieser Eventualität überhaupt außer stand gesetzt ist, Billets auszugeben.

Dem Fabrikanten Müller in Schaffhausen ist ein Kontrollbilletkasten patentiert worden, welcher derart konstruiert ist, daß die Billets senkrecht mit der bedruckten Seite nach vorn in die Fächer gelegt werden können.

Hierdurch wird vor allem erreicht, daß ein Kasten nach diesem System beinahe dreimal mehr Fächer aufnehmen kann, als dies bei dem bisherigen System der Fall ist. Außerdem ist der Vorteil erreicht, daß Nummern, Preise und Bestimmungsorte der einzelnen Billetsorten direkt ersichtlich sind, ohne daß erst die Billets in die Hand genommen werden müssen. Was die Konstruktion anbelangt, so sind die Billets in jedem Fach unten von einer Leiste und oben von einer Feder festgehalten, welche gestattet, die Billets rasch und bequem wegzunehmen. Innen befindet sich eine Schraubenfeder, welche die Billets nach vorn drückt, wobei diese Feder jedesmal nach Wegnahme eines Billets die zurückgebliebenen vorschiebt. An den Leisten sind kleine bewegliche Messingmarken befestigt, durch welche angezeigt werden kann, aus welchen Fächern Billets genommen worden sind.

Mit diesem Kasten hat der Erfinder auch ein Verfahren in Zusammenhang gebracht, durch welches nicht nur eine Revision erleichtert, sondern auch den Kassenbeamten eine Prüfung der vom Depot oder der Druckerei erhaltenen Billetlieferungen ermöglicht werden soll, was auf folgende Weise geschieht.

Nachdem die bedruckten Billets in Pakete von 100 Stück gelegt sind, wird auf eine Schnittfläche derselben ein Band von Papyrolin aufgeklebt, so daß die Billets daran haften.

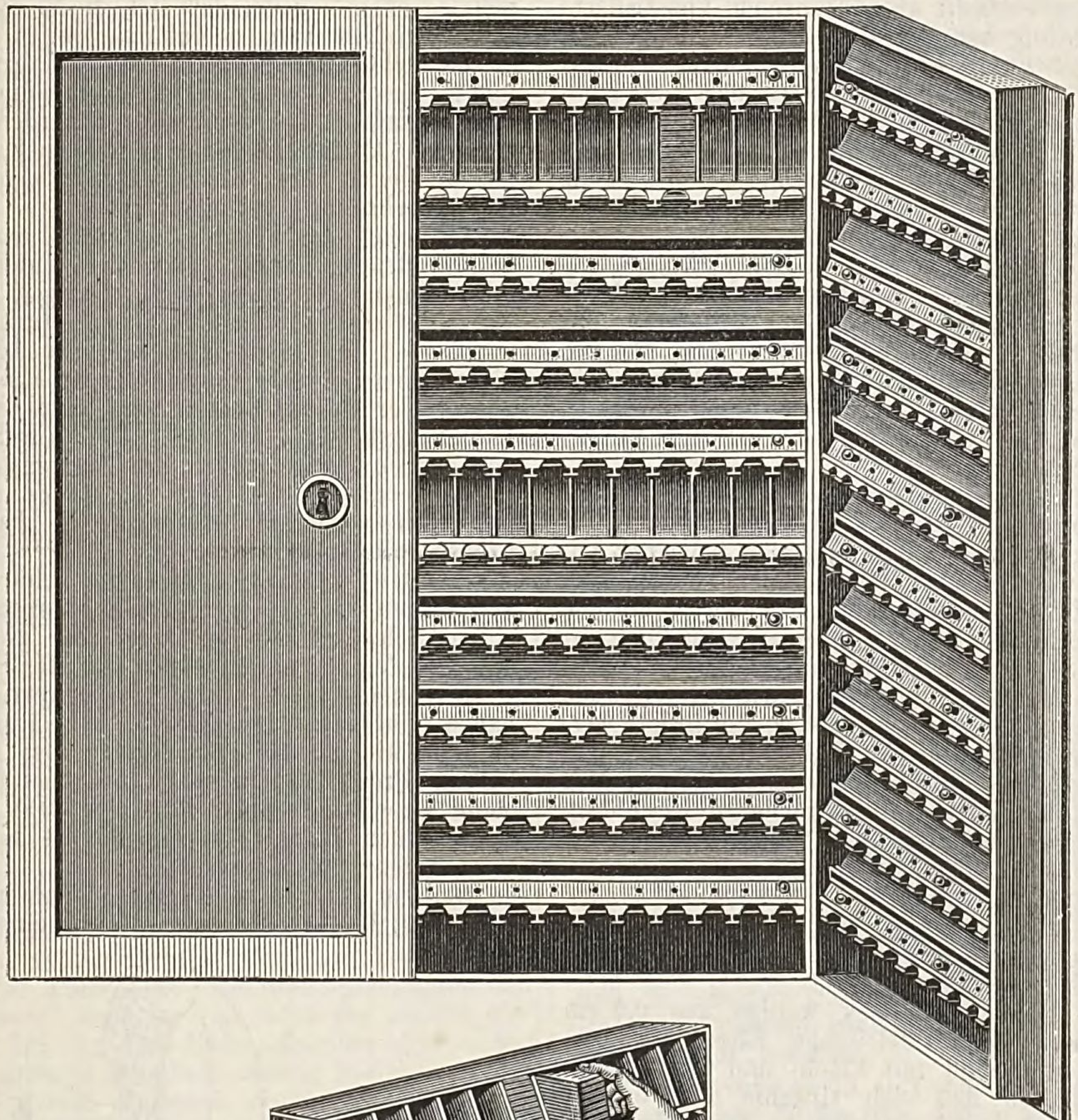
Außerdem kann auf diese Schnittfläche eventuell auch noch eine zweite, eine Zeichnung oder Linie in diagonaler Richtung mittels Farbrad aufgedruckt werden, worauf dann das Paket mit den freien Enden des Bands umschlungen wird und diese auf der Rückseite des letzten Billets zusammengeklebt und mit dem Stempel der Druckerei versehen werden.

Der Kassebeamte kann nur nach Lösung des Bands die Billets nachzählen, wobei es ihm ermöglicht ist, im Fall mangelnder oder fehlerhafter Billets dieselben wieder an die Versandstelle in demselben Zustand zurückzugeben, in welchem er sie erhalten hat.

Würde er nämlich vor Zurückgabe ein Billet aus dem Paket wegnehmen oder vertauschen, so wäre dies sofort auf dem Band und an der unterbrochenen Linie ersichtlich.

Die Revision der im Kasten vorhandenen Billets ist dadurch erleichtert, daß neben Aufnahme der Nummern der vordersten Billets immer nur darauf zu achten ist, ob Band und aufgedruckte Linie oder Zeichnung noch intakt sind; letztere dient nämlich auch dazu, erkennen zu lassen, wenn ein Billet außerhalb der Reihenfolge der Nummern entnommen worden ist

Fig. 187.



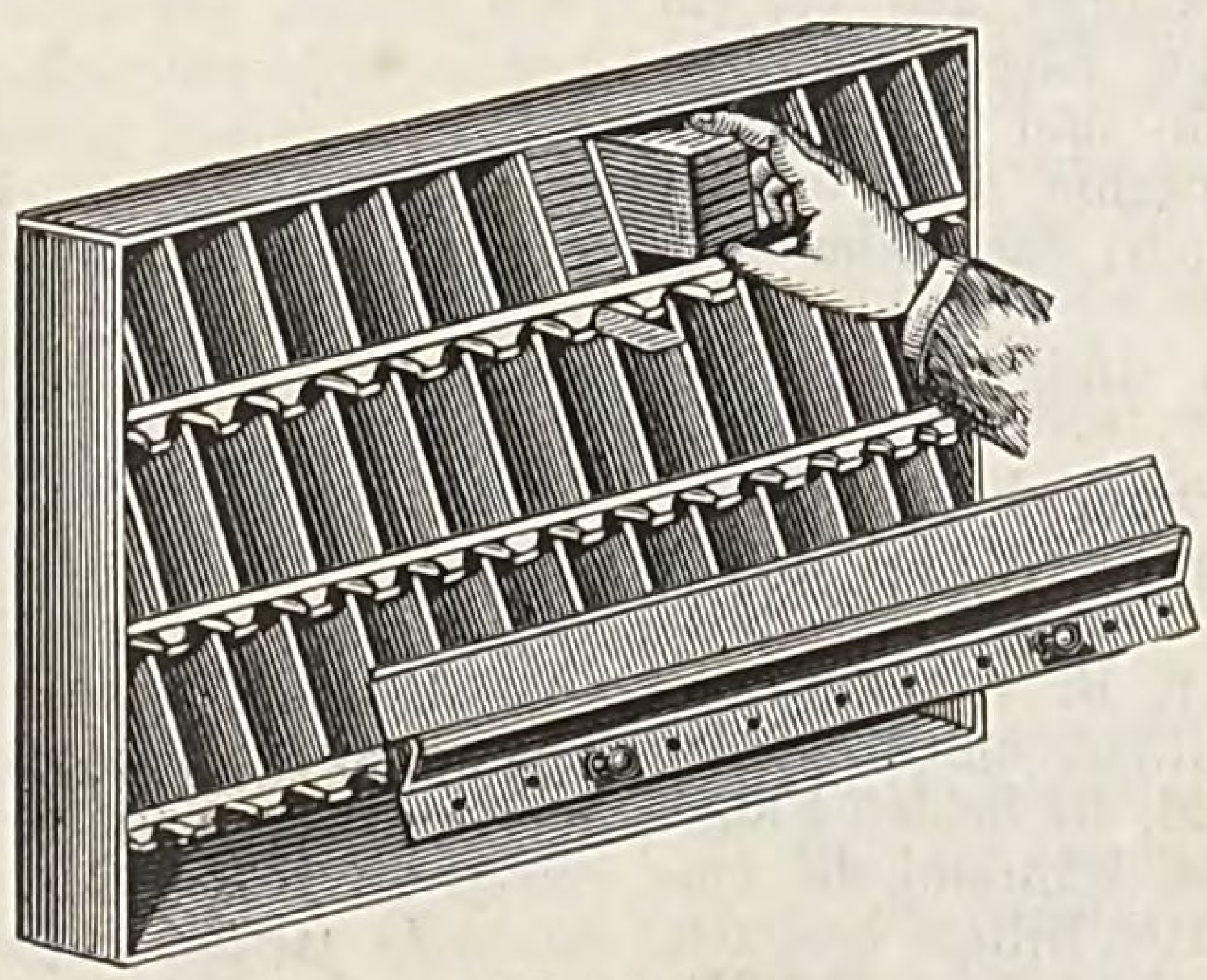


Fig 188.

(siehe Österreichische Eisenbahnzeitung, Bd. X, S. 101; ferner Glasers Annalen, Bd. XIX, 1886, S. 201).

Einen wirklichen Fortschritt bedeuten jene B., welche zunächst vom Ingenieur Fenten in Köln konstruiert worden sind.

Ein derartiger Schrank ist äußerlich den jetzt gebräuchlichen B. ähnlich. Macht man denselben auf, so zeigen sich im Innern drei aus starkem Zinkblech gefertigte Einsätze, welche sowohl im Fond als auch auf der inneren Seite der Thüren des Schranks angebracht sind. Diese Einsätze können thürartig geöffnet werden und besitzen einen besonderen Verschluß, um unkorrekte Manipulation zu verhindern. Das Einlegen der Billets in den Schalterschrank erfolgt, indem man die Einsätze aufschließt und auf der Rückseite derselben die Billets hineinlegt. Gleichzeitig wird auch eine kleine Blechzunge, welche hinter jedem Billetfach angebracht ist, zwischen das unterste und vorletzte Billet hineingeschoben. Wird nun aus irgend einem Fach ein Billet verkauft, resp. herausgenommen, so fällt die Blechzunge herunter und zeigt mit absoluter Gewißheit an, aus welchem Fach Billets verkauft sind, da es unmöglich ist, bei

verschlossenem Einsatzkasten die Blechzunge, in die Höhe zu schieben. Die Aufnahme der nach jedem Zug oder bei jedem Dienstwechsel verkauften Billets ist daher sehr leicht, übersichtlich und durchaus sicher.

Auch noch eine andere und tiefer eingreifende Änderung ist durch diesen verbesserten B. hervorgebracht. Es sind nämlich zu beiden Seiten der einzelnen Billetfächer kleine aus Zinkblech gefertigte Nasen angebracht, in denen sich eine einfache aber sinnreich konstruierte Vorrichtung befindet, die es zwar zuläßt, daß man das unterste Billet leicht herausnehmen kann, die es aber verhindert, daß herausgenommene Billets von der Vorderseite des Einsatzes aus zurückgesteckt werden. Hierdurch wird jede Möglichkeit ausgeschlossen, daß jemals ein anderes als das zu unterst liegende Billet herausgenommen wird, und ist es nunmehr auch unbedenklich, daß mehrere Beamte abwechselnd dasselbe Schalter bedienen, weil sie nie zu befürchten haben, daß Billets aus der Mitte heraus verkauft werden können. Bei der vormaligen rheinischen Bahn sind mehrere in vorstehend beschriebener Weise konstruierte B. mit gutem Erfolg in Gebrauch genommen worden.

Auf ähnlichen Principien beruht ein B., welcher von F. Blažicek (Fig. 187 und 188) in Wien konstruiert wurde und sich bei einer Anzahl österreichischer Bahnen derart bewährt hat, daß bei Neuanschaffungen, beispielsweise auf den österreichischen Staatsbahnen, ausschließlich nur dieses System zur Anwendung kommt.

Die Einsätze sind ebenso wie beim System Fenten besonders verschließbar, die Billets werden gleichfalls von der Rückseite des Einsatzes eingelegt, die einzelnen Fächer sind auch nach der Vorderseite mit durchbrochenem Eisenblech verschlossen und erfolgt die Billetausgabe nur durch einen dem manipulierenden Beamten bekannten Einschnitt.

Die Billets können nur nach der Reihenfolge herausgenommen und nicht mehr zurückgeschoben werden.

Die B. von Blažicek werden aus 0,2 cm starkem, bestem steirischen Eisenblech verfertigt und sind mit Flach- und Winkeleisen vernietet, so daß sich einzelne Teile weder setzen noch ausbiegen können; das Bodenblech ist 0,4 cm stark.

Die inneren Fachreihen sind aus 0,08 cm starkem Eisenblech.

Die Kästen erhalten Sicherheitsschlösser nach System Dosy mit mindestens drei Federzuhaltungen.

Die großen zweithürigen B. von Blažicek haben 300 Fächer à 100 Billets, und zwar das Mittelstück sechs Reihen à 26, die beiden Flügel je sechs Reihen à 12 Fächer, während die einthürigen B. 130 Fächer à 100 Billets besitzen. Der Preis der letzteren beträgt circa 150 Mk.

Für den Gebrauch von Haltstellen werden zumeist kleine transportable hölzerne Billetkasten verwendet. Dr. Röll.

Billetstempelapparate (*Presses*, f. pl., *à timbrer les billets*), Komposteure, sind die auf der inneren Schalterbrüstung, bezw. auf dem Schaltertisch mittels Verschraubung befestigten Apparate, welche auf die zur Verausgabung gelangenden Kartonbillets das Datum (Tagesnummer und Monatszeichen oder Ordnungszahl des Tags vom Jahresbeginn gerechnet) und vielfach auch die Zugsnummer, bei den französischen Bahnen wohl noch überdies ein oder zwei Buchstaben zur Bezeichnung der Abgabsstation aufdrucken.

Die Einführung der Billetstempelpresse an Stelle der Handstempel ist nahezu ebenso alt wie das Edmonson'sche Billetsystem.

Die Vorteile, welche diese Erfindung mit sich brachte, waren gegenüber den Handstempeln so offen liegend, daß sich die B. rasch bei fast allen Eisenbahnen einbürgerten.

Es giebt B. mit Schwarzdruck, mit vertieftem und farblosem Typendruck (Trockenstempel) und mit vertieftem Schwarzdruck; außerdem sind neuestens Perforierstempel in Gebrauch, welche jedoch wegen ihrer Kostspieligkeit bisnun geringe Verbreitung gefunden haben.

Während der Feuchtdruck und auch der Schwarzdruck häufig undeutlich und verschwommen ist, erzeugen die jetzigen B. mit Trockenstempel in vertiefter Schrift einen scharf markierten und stets gut lesbaren Abdruck, bieten überdies mehr Garantie gegen Mißbrauch wie die Drucke in Farben und sind auch die Erhaltungskosten geringer. Die Anschauung von der Unverwüstlichkeit des Trockenstempels trifft allerdings auch nicht zu, da es möglich ist, nach vorheriger Anfeuchtung denselben wieder vollständig auszupressen.

Zu den Schwarzdruckpressen gehören die von Edmonson konstruierten Bandpressen mit einem Schwärzbande (s. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Bd. II, S. 146).

Die neueren B. mit Schwärzvorrichtung haben statt des Druckbands Schwärzwalzen, ähnlich wie die Billetdruckmaschinen (s. Göbel'sche Presse bei Heusinger, Handbuch für specielle Eisenbahntechnik, Bd. 4, S. 195).

Von den B. mit Trockenstempel bestehen verschiedenartige Konstruktionen.

Bei der älteren (englischen) Konstruktion (Fig. 189) besteht der Apparat aus einer guß-

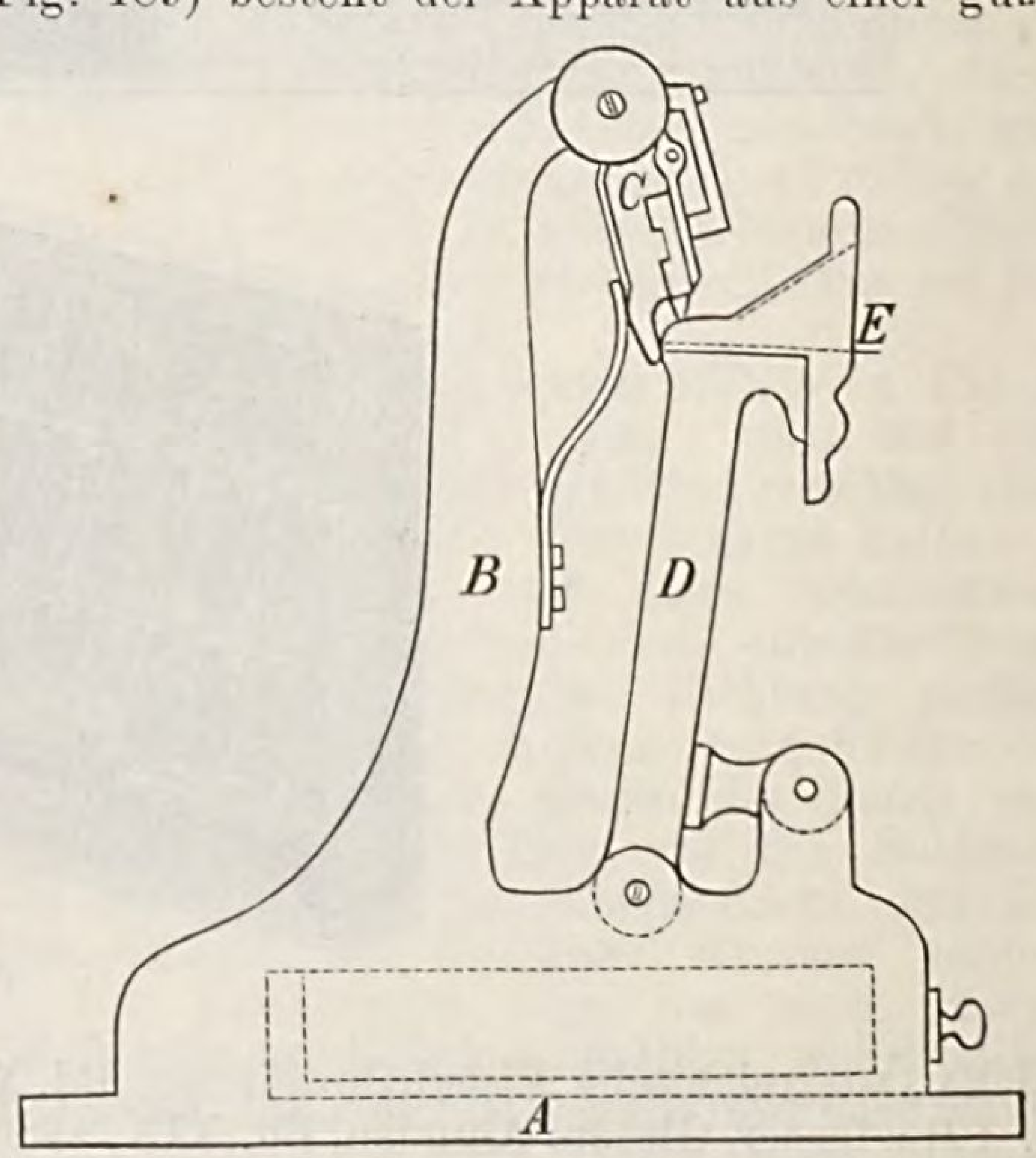


Fig. 189.

eisernen verschraubbaren Fußplatte A, dem mit denselben aus einem Stück gegossenen Träger B, dann zwei oscillierenden Stücken C, D, deren horizontale Achsen senkrecht übereinander angebracht sind. Das Stück C enthält die

Letternbüchse. Ein mäßiger horizontaler Druck des Billets, welches in die dazu bestimmte Stelle *E* (Mundstück) eingeführt wird, genügt, um infolge der Kniehebelwirkung der oscillierenden Stücke *C* und *D* die Lettern in das Billet einzupressen.

Der Ausführung der neueren Apparate mit Trockenstempel liegt durchwegs eine Kniehebelkonstruktion zu Grunde, bei welcher nur das untere Stück oscilliert.

Durch das Zurücklegen des Trägers wird der in demselben befindliche Kniehebel gehoben und hierdurch das Andrücken des eingeführten Billets an das Schneidwerk erzielt (s. Apparat von Göbel, bei Heusinger, Handbuch, Bd. 4, S. 197; ebenda weitere Konstruktionen von Goldschmidt in Zürich, Zimmermann in Berlin).

Die Typen werden in der Letternbüchse eingestellt, welche je nach der Konstruktion des Apparats an der bestimmten Stelle in die Satzkammer eingelegt und da mittels eines Federnklappdeckels oder einer andern Verschlußvorrichtung festgehalten wird.

In neuerer Zeit findet man auch statt Einzelnstahltypen gravierte Stahlräder, welche das Umstellen des Datums erleichtern und das Verlorengehen einzelner Typen verhindern.

Von Göbel in Darmstadt wurde neuestens ein solcher Apparat mit Doppelräderwerk konstruiert, durch dessen Anwendung es möglich wird, bei nur einmaligem Druck beide Schmalseiten des Billets mit dem Datum zu versehen.

Der Beamte der österreichischen Staatsbahnen, Metz, hat einen in der Ausstellung in Brüssel 1881 prämiierten B. (Patentinhaber Danner in Wien) konstruiert, welchem die Aufgabe zufällt, nebst Einprägung des Datums auf das für zehn Relationen benutzbare Gruppenbillet auch den Karton nach Erfordernis zu perforieren und einen Kontrollcoupon abzutrennen.

Die Kontrolldatumpresse von Müller aus Schaffhausen gestattet den wirklich stattgehabten Billetverkauf sofort zu kontrollieren und bei Ablösungen oder Stellvertretungen den Nachweis, was der eine oder der andere verkauft hat. Zu dem Ende schneidet eine in der Datumpresse befindliche Stanze gleichzeitig mit dem Datieren ein Stück aus dem Billet, welches die Fahrtaxen und Bestimmungsstation, erforderlichenfalls die Billetnummer selbst trägt. Dieser Ausschnitt oder Coupon wird in ein Band, welches entsprechende Vertiefungen besitzt, eingedrückt und darin festgehalten, oder auch eingeklebt. Bei Aufnahme eines Coupons wird das Band um eine Vertiefung weiter geschoben, um beim Datieren des folgenden Billets den Ausschnitt wieder aufzunehmen.

Das Band, dessen Vertiefungen fortlaufend numeriert sind, läuft von einer Stelle ab in die Presse und kann nach Aufnahme der Coupons wieder in einem verschlossenen Kasten aufgewickelt werden. Der kontrollierende Beamte kann jederzeit das Band mit den Coupons abschneiden und wegnehmen und hat damit eine sichere und rasche Kontrolle über den stattgehabten Billetverkauf.

Um bei Ablösung oder Stellvertretung der Billetausgeber nachzuweisen, wieviel jeder der Beamten Billets verkauft hat, ist an der Datumpresse unterhalb der Stanze ein Stempel angebracht, dessen Zeichen sich gleichzeitig da, wo der Coupon in die Vertiefung des Bands eingedrückt wird, von unten in das Band und die Rückseite des Coupons einpreßt. Dieser Stempel, bezw. Schlüssel kann ausgewechselt werden und besitzt jeder der Billetausgeber einen eigenen Schlüssel mit besonderem Zeichen, so daß also die Anzahl der von jedem Beamten ausgegebenen Billets durch diese Zeichen auf dem Band markiert erscheinen (Näheres siehe Glasers Annalen, Bd. XIX, 1886, S. 201).

Außer den vorerwähnten Apparaten sind in den Hauptstationen noch sogenannte Perforierpressen (Nadelpressen, Durchschlagstempelpressen) in Verwendung, welche bei Ausgabe der Buchbillets notwendig werden und das Datum und Jahreszahl in transparenten Schriftzeichen auf allen Heftblättern ausdrücken.

Die verstellbare Lochungsvorrichtung besteht aus einem in dem beweglichen Teil der Presse ruhenden Metallstück, in welchem die Buchstabennadelgruppen sitzen, und einem an der Bodenplatte angebrachten geschlitzten Metallstück, welches sowohl in seiner oberen wie unteren Hälfte für jede Nadel ein korrespondierendes Loch hat, das gleichzeitig als Nadelführung dient.

Beim Gebrauch wird das Billetheft in den erwähnten Schlitz eingelegt und sodann der Druck durch Hebel oder, nach neuerer Konstruktion, durch Schwungradbewegung ausgeführt.

Von dieser Erfindung Langtons wurde zuerst in dem Jahr 1862 Erwähnung gemacht.

Dr. Röll.

Billetstempelgebühr (*Ticket - stamp; Timbre,* m., *du billet*), jene Gebühr, welche in einzelnen Staaten von den Reisenden nebst der Fahrgebühr für jede Fahrkarte eingehoben wird.

Die B. ist als die Gebühr für die im Billet enthaltene Empfangsbestätigung über die Bezahlung des Fahrpreises anzusehen. Wohl zu unterscheiden ist die B. von der sogenannten Passagiersteuer, einer Abgabe, welche einen bestimmten Prozentsatz des Fahrpreises ausmacht, und in einigen Staaten, wie z. B. Ungarn, Italien, Frankreich, Rußland, und zwar vielfach neben der B. besteht.

Die B. beträgt in Österreich bei einem Fahrpreis von 50 kr. von jedem Stück 1 kr., bei einem höheren Fahrpreis aber so oftmal 1 kr. als 50 kr. in dem Fahrpreis enthalten sind. Jeder Rest unter 50 kr. ist als voll anzunehmen und die Gebühr nie höher als mit 25 kr. für das Stück zu bemessen. Jedes Tour- und Retourbillet ist in Beziehung auf die Stempelgebühr wie zwei Tourbillets zu behandeln. Die Minimalgebühr von 3 fl. unterliegt nicht der ärarischen Stempelgebühr.

Von der Stempelgebühr sind befreit:

1. die Gebühren für Separatzüge des Kaisers und der Mitglieder des kaiserlichen Hauses;
2. alle zum Militärtarif berechneten Fahrgebühren, und
3. die Freikarten.

(Gebührengesetze vom 9. Februar 1850 und 13. Dezember 1862, Gesetz vom 11. Mai 1871.)

In Frankreich wird eine B. von 10 Cts. nur für jene Fahrkarten eingehoben, deren Preis den Betrag von 10 Frs. übersteigt (Gesetz vom 23. August 1871).

In Italien beträgt die B. 5 Cts. per Fahrkarte und 50 Cts. per Abonnementkarte (§ 2 zu Art. 20 des kgl. Dekrets vom 13. September 1874); in Spanien 10 Cts. pro Billet.

Billetsturz, in Deutschland übliche Bezeichnung für die seitens der vorgesetzten Dienstesstellen bei den Billetverkaufsstellen vorgenommene, in der Regel unvermutete Revision zur Feststellung der Übereinstimmung des Billet- und Kassestands mit den Vormerken über die Dotierung und den Gebarungsausweisen der Billetausgabsstelle.

Billetverkauf, s. Billetausgabe.

Billetverkaufsrapport (Billetscontro), Bezeichnung für den auf Grund des Billetjournals aufgestellten, nach jedem Monatsabschluß, und zwar innerhalb einer vorgeschriebenen Zeit an die Kontrolle einzusendenden Ausweis, welcher die Monatssummen der verkauften oder sonst in Abgang gekommenen Billets, getrennt nach Stationen, Wagenklassen und Sorten zu enthalten hat.

Billetzählmaschinen (*Machines*, f. pl., *à compter les billets*), zur Nachzählung der fertigen Billets.

Eine derartige Maschine hat ebenso wie die Edmonson'schen Druckmaschinen eine Billetbahn, zwei vertikal stehende Billetgehäuse (Aufnahms- und Auslaufsstiefel), dann die Vorrichtung zur Verschiebung der Billets, sowie die beiden Zahlenräder, ferner eine Glocke, welche dazu dient, um behufs Verpackung stets das Passieren des hundertsten Billets anzuzeigen. Man stellt die Nummern der Räder, welche den Nummern des ersten eingelegten Billets entsprechen, unter einen Index und läßt die nachzuzählenden Billets die Maschine passieren. Es muß dann fortwährend Übereinstimmung zwischen den Billetnummern und den durch den Index markierten Nummern der Zahlenräder vorhanden sein.

Neuere Konstruktionen (Göbel in Darmstadt, Zimmermann in Berlin) haben kleinere Zahlenrädchen, ähnlich wie die neueren Druckmaschinen, und eine Einrichtung, um jedes Billet, während es seinen Weg durch den Apparat nimmt, mit einem Trockenstempel zu versehen (s. Heusinger, Handbuch der speciellen Eisenbahntechnik, Bd. 4, S. 193).

Karig in Wien konstruierte eine Zählmaschine mit Trockenstempel, welche neben dem Zählwerk von 1—100 für den Drucker ein zweites vollständig selbständiges und abgeschlossenes Zählwerk bis zu einer Million enthält, welch letzteres jede Karte zählt, die den Trockenstempel erhalten hat. Es kann ferner keine Karte aus der Maschine entfernt werden, nachdem sie gestempelt ist, ohne daß sie gezählt wird.

Der Billetzählapparat vom Stationsvorsteher Gerke in Dransfeld, welcher bei den meisten königl. preußischen Eisenbahndirektionen und den kaiserl. Billetexpeditionen der elsaß-lothringischen Eisenbahnen mit Erfolg eingeführt ist, besteht aus einem 1,35 m langen gußeisernen Unterteil, in welchem eine sorgfältig bearbeitete Zahnstange mit Schrauben befestigt ist. Auf den seitlichen Leisten des Unterteils, welcher beim Gebrauch auf den Tisch gelegt wird, gleitet ein in zwei Abteilungen geteilter Kasten. In die eine Abteilung wird ein messingener Einsatz mit den Billets eingehängt und werden letztere durch ein Gewicht belastet, während die in der zweiten Abteilung angebrachten federnden Walzen die durch das Verschieben des Kastens auf die Zahnstange abgelegten Billets niederhalten. Die Verzahnung ist numeriert und giebt diejenige Zahl, auf welcher das Billet liegt, die Stückzahl an. Beim Zurückschieben gelangen, wenn das Gewicht abgenommen ist, die Billets wieder in den Kasten und werden mit dem Einsatz herausgeschoben. Ein Dorn begrenzt die Anfangs- und Endstellung des Kastens. (S. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1883, S. 142 und Tafel XXIV.)

Die neueren Druckmaschinen arbeiten übrigens mit solcher Sicherheit und Pünktlichkeit, daß für geübte Arbeiter eine Revision und Nachzählung der Billets nicht mehr erforderlich ist, weshalb man auch bei einer Reihe von Verwaltungen, so beispielsweise bei den österreichischen Staatsbahnen die Kontrolle mittels der B. aufgegeben hat. Dr. Röll.

Binnenverkehr (*Traffic local; Trafic intérieur*), bei einzelnen deutschen Bahnverwaltungen gebräuchliche Bezeichnung für Lokalverkehr (s. d.), d. i. der innerhalb des Bereichs einer Bahnverwaltung nach dem Lokaltarif derselben zur Abwicklung gelangende Verkehr. Hierher gehört auch der Verkehr zwischen Stationen einer Bahnverwaltung, welche durch Péagestrecken zwar getrennt sind, für welche jedoch über die Péagestrecke der (normale) Lokaltarif der das Péagerecht besitzenden Bahnverwaltung für die Gesamtstrecke durchgerechnet wird. Der zwischen getrennten Strecken einer Bahnverwaltung im Transit über dazwischen liegende Strecken einer oder mehrerer fremden Bahnverwaltungen sich bewegende Verkehr fällt nicht mehr unter den Begriff des B., sondern bildet einen Teil des direkten Verkehrs (s. d.). In diesem Fall wird nämlich der Lokaltarif der Anfangs- und Endverwaltung nicht für die Gesamtstrecke durchgerechnet, sondern es werden direkte Tarife, welche zumeist durch Zusammenstoß der — im Güterverkehr eventuell um halbe, bezw. ganze Expeditionsgebühren gekürzten — Lokaltarife für die einzelnen Strecken jeder beteiligten Bahnverwaltung gerechnet werden, erstellt.

Bardas.

Biot, Eduard Konstantin, geboren 2. Juli 1803 zu Paris, besuchte das Collége Ludwigs XIV., trat 1822 in die polytechnische Schule und unternahm 1824—1825 eine wissenschaftliche Reise nach Italien. B. ist insbesondere bekannt durch die Erbauung der Eisenbahn von Saint-Etienne nach Lyon, eine der ersten Bahnen Frankreichs. Er starb 12. März 1850.

Birkenfelder Eisenbahn, 5,23 km lange Privatbahn unter Staatsverwaltung, in dem von der preußischen Rheinprovinz umschlossenen, aber zum Großherzogtum Oldenburg gehörigen Fürstentum Birkenfeld gelegen. Am 2. Dezember 1879 konzessioniert, wurde dieselbe am 15. Oktober 1880 eröffnet und geht vom Bahnhof Birkenfeld nach der Stadt Birkenfeld. Die B. besitzt keine eigenen Betriebsmittel. Anlagekapital: 270 000 Mk. Dr. M. Haushofer.

Birma, s. Asien.

Birnkopfschienen heißen jene Stuhl- und Vignolesschienen, bei welchen der Übergang vom Kopf zum Steg mittels schlanker Kurven ganz allmählich gebildet wird. Sie stehen im

Gegensatz zu den Schienen mit unterschnittenem Kopf und wurden früher, als die Walztechnik noch nicht genügend entwickelt und die Verbindung der Schienen untereinander mittels Laschen noch nicht üblich geworden war, allgemein angewendet. S. Schienen.

Loewe.

Birsigthal-Bahn (Schweiz), eine Lokalbahn von 1 m Spurweite, verbindet Basel mit den längs des „Blauen" (eines Höhenzugs des Jura) und der elsässischen Grenze ausgebreiteten basellandschaftlichen und solothurnischen Ortschaften. Die erste Abteilung der Bahn, Basel-Therwyl, ist 6,899 km lang und wurde am 4. Oktober 1887 eröffnet; die zweite, Therwyl-Flühen, hat eine Länge von 5,673 km und wurde am 11. Oktober 1888 dem Betrieb übergeben. Der kleine Badeort Flühen liegt in der Nähe des aufgehobenen Benediktinerklosters Maria-Stein und der malerischen Ruine Landskron. Er bildet den Mittelpunkt eines beliebten Exkursionsgebiets der Baseler Bevölkerung. Andererseits geben die von der Bahn durchzogenen Ortschaften zahlreiche Arbeitskräfte nach Basel ab. Während die Gütertransporte unbedeutend sind, wurden im ersten Betriebsjahr über 400 000 Reisende befördert und können auf jeden Dorfbewohner durchschnittlich 15, auf jeden Einwohner von Groß-Basel 4 und auf jeden von Klein-Basel 2 Fahrten per Jahr gerechnet werden.

Die Bahn ist auf 2571 m Länge ab Basel, wo sie in der Steinenthorstraße beginnt, auf dem Straßenkörper, im übrigen auf eigenem Unterbau gelegt. Der kleinste Radius beträgt 40 m, die durchschnittliche Steigung 10°/₀₀, die größte Steigung 40°/₀₀. An Hochbauten besitzt die B. nur Remisen in Oberwyl und Flühen, einen Pavillon in Basel und einige Windschirme.

Die Billetabgabe erfolgt in Privaträumen. Einzelne Private haben auf eigene Rechnung Stationsgebäude erstellt. Auf den Straßenstrecken sind Rillenschienen von 10 m Länge, 33 kg Gewicht pro Laufmeter, System Demerbe, direkt auf das Schotterbett gelegt, alle 2 m durch Querverbindungen aus hochgestellten und mittels eines besonderen Keilverschlusses gespannten Eisenblechen gehalten. Auf den übrigen Strecken liegen Vignolesschienen aus Stahl von 9 m Länge und 20 kg Gewicht pro Laufmeter auf eichenen Querschwellen. Die Bahn hat 3 Tenderlokomotiven mit je 14,6 t mittlerem Adhäsionsgewicht und 3 Triebachsen, 8 Personenwagen, sowie 5 Güterwagen mit Spindel- und Hardy-Bremse. Die Personenwagen haben 336 Sitzplätze, die Hälfte der Wagen ist vierachsig, die andere Hälfte zweiachsig. Die letzteren haben die Achsen beweglich, mit 4,5 m Radstand. Bei starkem Verkehr und günstiger Witterung werden auch die offenen Güterwagen zur Personenbeförderung benützt. Die Bahn kostet 850 000 Frs. oder 67 460 Frs. pro Kilometer. Anschlüsse an andere Bahnen besitzt sie nicht.

Dietler.

Bisselgestell, s. Lokomotivgestelle.

Blasrohr, Ausblaserohr (*Blast - pipe; Tuyau*, m., *d'échappement de la vapeur*), Vorrichtung in der Rauchkammer der Lokomotive zur künstlichen Zuführung der für die Verbrennung nötigen Luftmenge.

Bekanntlich erfolgt die Anfachung des Feuers bei den verschiedenen Feuerstellen entweder durch natürlichen Zug oder wird auf künstliche Weise die Zugerzeugung eingeleitet.

Die natürliche Zugerzeugung wird durch einen entsprechend hohen Schornstein erzielt. Der auf den Lokomotivkesseln angebrachte Schornstein kann jedoch wegen seiner geringen Höhe nicht den erforderlichen Zug hervorbringen und muß demnach für die Zuführung der für die Verbrennung notwendigen Luftmenge auf künstlichem Weg gesorgt werden. Die für die Lokomotivkessel fast allgemein in Verwendung stehende, einfachste Vorrichtung hierfür ist das B., welches vermittels des abgehenden Dampfes die nötige Wirkung erzeugt.

Durch das B. tritt der Dampf, nachdem er in den Cylindern der Lokomotive gewirkt hat, in den unteren Teil des Schornsteins, und infolge der hohen Geschwindigkeit, mit welcher er diesen durchströmt, reißt er die in der Rauchkammer befindlichen Gase mit sich fort. Hierdurch entsteht in der Rauchkammer eine Luftverdünnung, infolge welcher die in den Sideröhren befindliche Luft vermöge der in der Feuerkiste herrschenden Pressung in die Rauchkammer getrieben wird und wobei gleichzeitig die in der Feuerkiste befindliche Luft in die Sideröhren eintritt. Infolge dieses Vorgangs entsteht in der Feuerkiste eine Abnahme der Pressung der darin befindlichen Gase, weshalb die äußere atmosphärische Luft durch den Rost in dieselbe eintritt. Auf diese Weise ist also durch die Blasrohrwirkung der künstliche Zug für die Verbrennung hergestellt. Die erste Anwendung des B. geschah durch Georg Stephenson an den von ihm für die Killingworth - Eisenbahn erbauten Lokomotiven im Jahr 1820.

Über die Wirkung des B. stellte zuerst der Engländer Clark ausgedehnte Versuche an. Derselbe fand, daß

1. das Vakuum in der Rauchkammer etwa $^1/_{14}$ der Blasrohrpressung beträgt,
2. das Vakuum in der Feuerbüchse nahezu $^1/_2$ des Vakuums in der Rauchkammer, also $^1/_{28}$ der Blasrohrpressung ist und
3. die Lebhaftigkeit der Verbrennung, gemessen durch die verdampfte Wassermenge in gleichen Zeiten und in demselben Kessel, nahezu mit der Quadratwurzel aus dem Vakuum in der Rauchkammer wächst, so daß also ein vierfaches Vakuum in der Rauchkammer die doppelte Verdampfung veranlaßt.

Das Verdienst, auf theoretischem Weg zuerst die Wirkung des B. bei Lokomotiven klargelegt zu haben, gebührt Zeuner (s. dessen Werk: Das Lokomotiven-Blasrohr, Zürich 1863).

Ist D das Gewicht der pro Sekunde ausströmenden Dampfmenge in Kilogramm, F_b der Querschnitt der Blasrohrmündung in Quadratmeter, F_s der Querschnitt des Schornsteins, F_r der Gesamtquerschnitt der Sideröhren (befinden sich in den Sideröhren Rohrringe, so ist für den Wert von F_r der sich durch die Rohrringe ergebende freie Durchgangsquerschnitt in Rechnung zu bringen), L das Gewicht der pro Sekunde angesaugten Luftmenge, n der mittlere Blasrohrdruck in Atmosphären, h der Blasrohrüberdruck in Millimeter Quecksilbersäule, u die Luftverdünnung in der Rauchkammer, bezw. der Überdruck der äußeren Atmosphäre über den Druck in der Rauchkammer, so ist nach Zeuner:

$$D = 287\, F_b \sqrt{u - 0{,}941} \ldots\ldots\ 1)$$

$$h = 0{,}009227 \frac{D^2}{F_b{}^2} \ldots\ldots\ldots\ 2)$$

$$\frac{u}{h} = \frac{\mu}{0{,}625} \left(\frac{F_b}{F_r}\right)^2 \cdot \left(\frac{L}{D}\right)^2 \ldots\ 3)$$

dabei ist

$$\mu = \frac{(1 + \alpha t_2)\,(1 + \varepsilon)}{2}$$

oder

$$\mu = \left(\frac{1}{2} + 0{,}625\, t_2\right)(1 + \varepsilon)$$

wobei t_2 die Temperatur der Gase in der Rauchkammer bezeichnet, α den Ausdehnungskoefficienten dieser Gase = 1,25, ε einen Widerstandskoefficienten bezeichnet, der den sämtlichen Widerständen entspricht, welche die Gase auf ihrem Weg vom Rost bis in den Schornstein zu überwinden haben. Der Wert von μ ist im Mittel = 4 anzunehmen.

Es ist ferner

$$L = D \sqrt{\frac{F_r{}^2 \left(\frac{F_s}{F_b} - 1\right)}{\mu\, F_s{}^2 + F_r{}^2}} \ldots\ 4)$$

Nach Gleichung 2) ist der Blasrohrüberdruck dem Quadrat des Dampfgewichts direkt und dem Quadrat des Blasrohrmündungsquerschnitts umgekehrt proportional. Dabei ist die Luftverdünnung u in der Rauchkammer nach Gleichung 3) dem Blasrohrüberdruck h direkt proportional.

Aus Gleichung 4) geht hervor, daß die angesaugte Luftmenge bei unveränderten Querschnitten F_r, F_s und F_b unabhängig vom Blasrohrdruck ist. Verkleinert man jedoch F_b, so vergrößert sich die Luftmenge L; es wird also eine stärkere Verbrennung und damit eine vermehrte Dampfbildung erzielt. Man kann demnach durch Verengung des B. eine stärkere Dampfbildung hervorrufen; allein nach Gleichung 2) nimmt die Blasrohrpressung h mit Verkleinerung von F_b zu, es wächst somit der schädliche Gegendruck gegen die Kolben und vermindert sich infolgedessen der Nutzeffekt der Lokomotive.

Zur Ermittlung eines zweckmäßigen Blasrohrquerschnitts gibt Zeuner die Formel an:

$$F_b = \frac{F_r}{2 \frac{L}{D} \cdot \sqrt{\mu \left(1 + \left(\frac{L}{D}\right)^2\right)}}$$

Was den Wert von D betrifft, so wird auf den Artikel Dampfverbrauch verwiesen.

Die **Regulierung** des Zugs geschieht zunächst in der wirksamsten Weise von der Maschine selbst, indem bei größerer Arbeit ein Mehrverbrauch an Dampf und somit eine Zunahme des Luftzugs in der Rauchkammer entsteht.

Da eine Verengung der Blasrohröffnung eine Vergrößerung der Geschwindigkeit des ausströmenden Dampfes und somit eine Erhöhung der Arbeitsfähigkeit desselben für die Mitnahme der Heizgase, also einen stärkeren Zug erzwingt, konstruiert man zur besseren Regulierung der Dampferzeugung das B. bei Lokomotiven häufig derart, daß es dem Führer möglich ist, die Durchgangsöffnung der Blasrohrmündung zu verändern. Hauptsächlich bei Bahnen mit vielen und verschiedenen Steigungen hat sich das B. mit veränderlicher Blasrohrmündung als notwendig ergeben und ist bei denselben mit Vorteil in Anwendung. In vielen Fällen wird jedoch die Blasrohrmündung konstant und konisch zulaufend hergestellt, um die zur beabsichtigten Wirkung erforderliche Geschwindigkeit des Dampfes beim Austritt desselben aus dem B. zu erzielen. Diese Ausströmung erfolgt wegen der beiden Cylinder der Zwillingsdampfmaschine mit unter 90° verstellten Kurbeln zwar ununterbrochen, aber mit veränderlicher Pressung des Dampfes im B. Über den Wert des veränderlichen B. gehen die Meinungen noch sehr auseinander und findet sowohl diese Konstruktion als auch jene mit unveränderlichem Querschnitt eine ausgedehnte Anwendung.

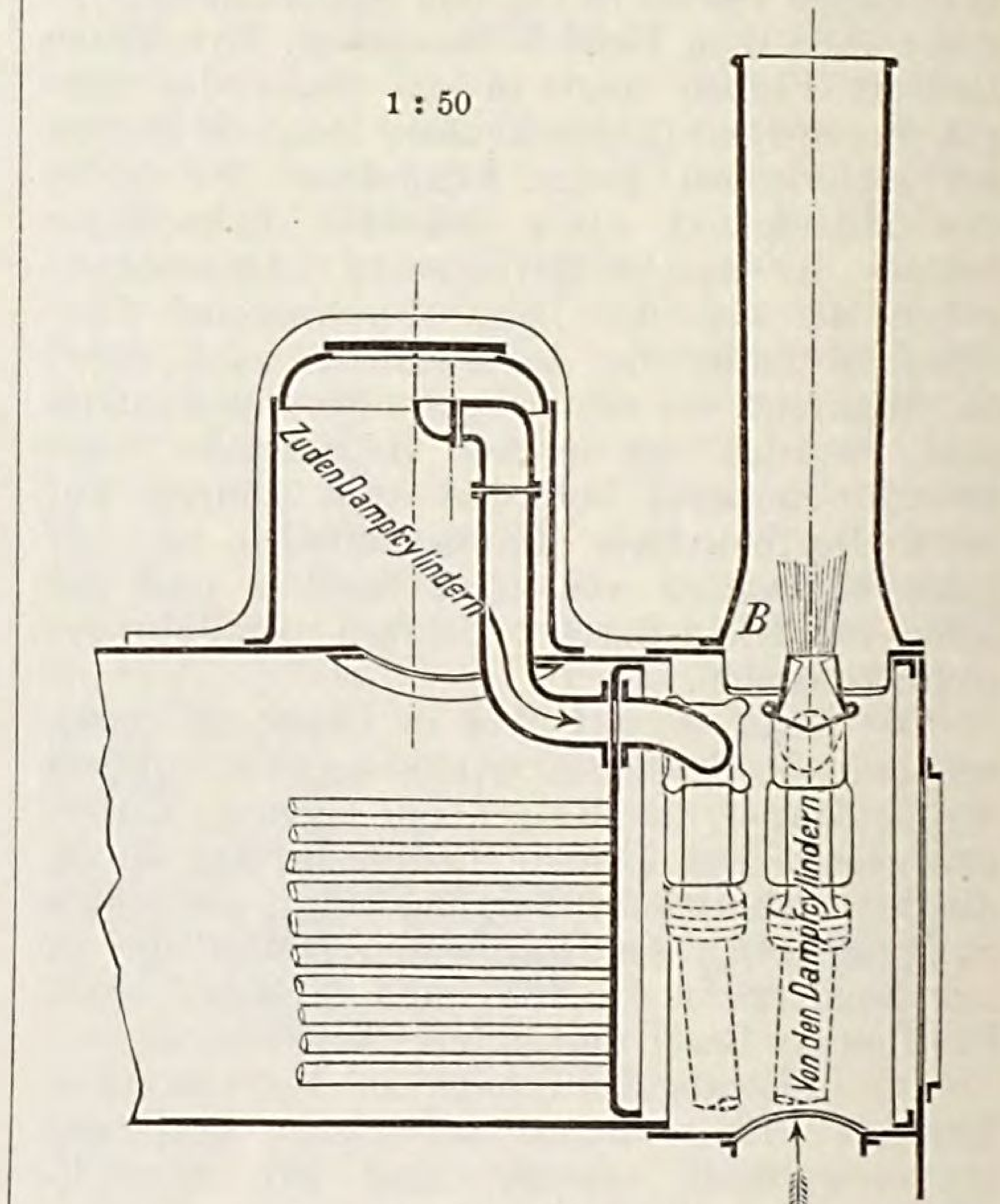


Fig. 190.

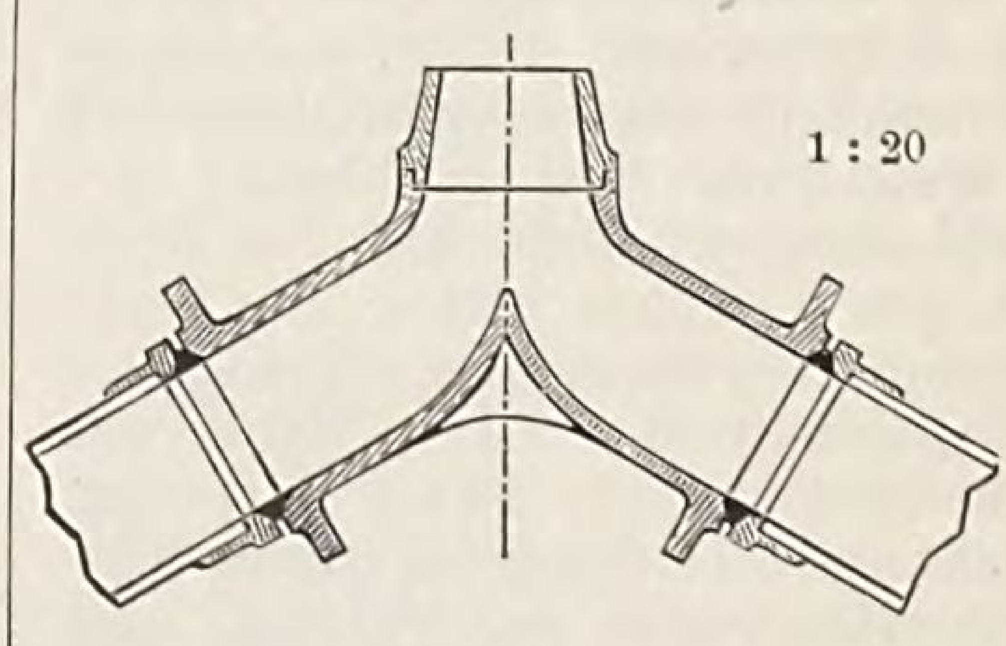


Fig. 191.

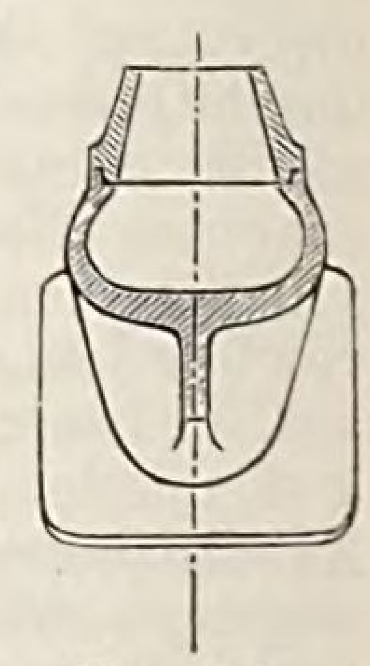


Fig. 192.

Die Mittel zur willkürlichen Regulierung der Blasrohrwirkung kann man einteilen:

1. In solche, welche sowohl eine Verstärkung als auch Schwächung des Luftzugs veranlassen, was erreicht werden kann: *a)* durch Veränderung des Querschnitts der Blasrohrmündung, (wie bereits oben angeführt); *b)* durch Veränderung des Schornsteinquerschnitts bei konstantem B., welche Methode jedoch aus praktischen Rücksichten nicht empfehlenswert ist, weil die diesbezügliche Einrichtung viel komplizierter als jene eines veränderlichen B. sein würde.

2. In solche, welche nur eine Schwächung des Luftzugs veranlassen, und zwar: *a)* durch Verringerung des Gesamtquerschnitts der Siede-

röhren, welche Methode in England zur Ausführung gebracht wurde, und zwar waren vor den Einmündungen der Feuerröhren in die Rauchkammern Schienen jalousieartig angebracht. Entweder werden nun alle Schienen gleichzeitig schräg gegen die Längenachse der

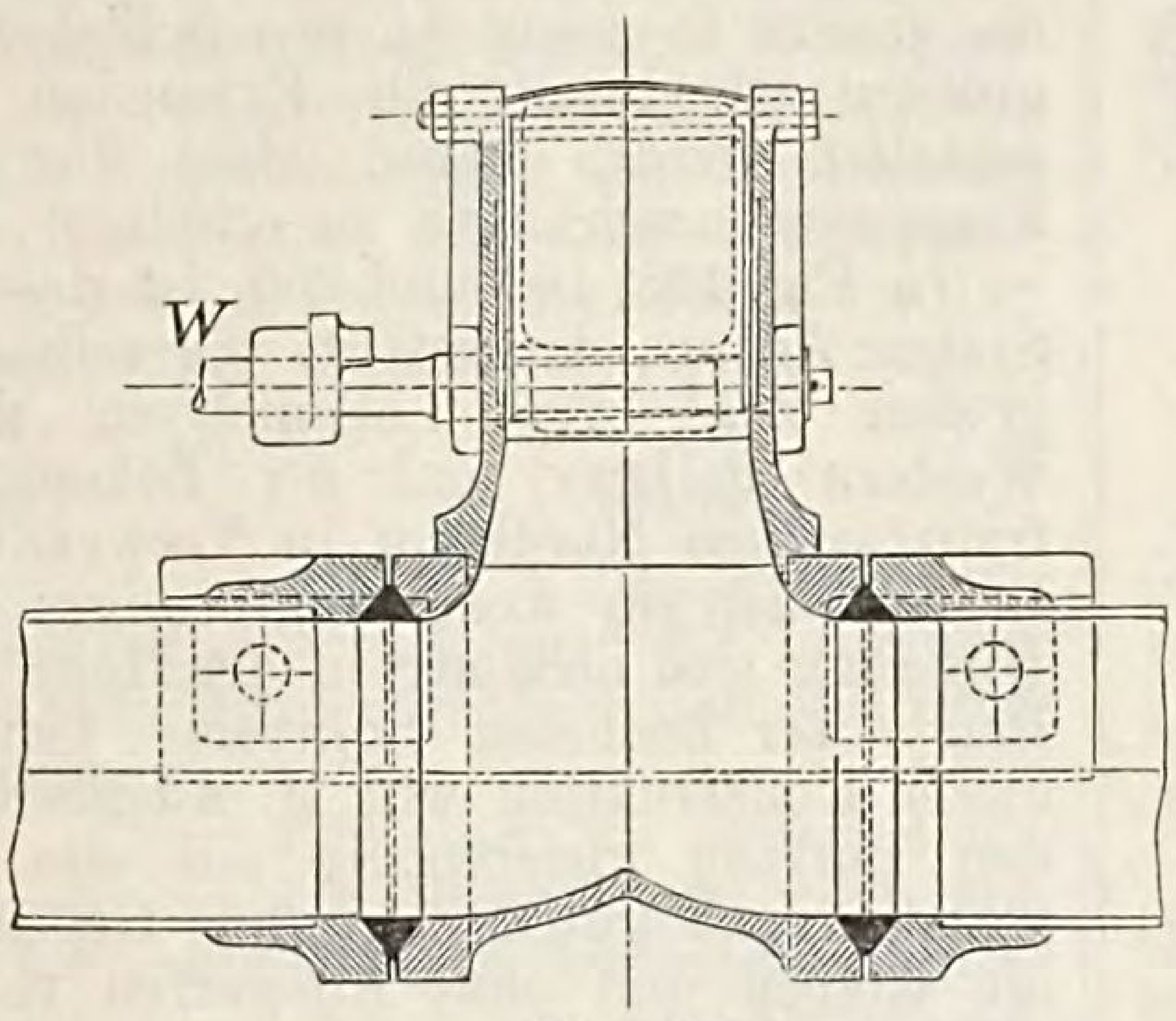


Fig. 193.

Siederöhren gestellt oder die einzelnen Schienen können unabhängig voneinander bewegt werden, so daß einzelne Reihen der Siederöhren völlig abgesperrt werden. Diese Methode fand jedoch keine Verbreitung, da dieselbe ersetzt werden kann durch die gleich wirksame, jedoch weitaus einfachere Methode, welche die allgemeinste Verbreitung hat, nämlich *b*) durch Verstellung der Aschenklappe (wenn vorausgesetzt wird, daß bei normalem Gang der Maschine die Aschenklappe ganz geöffnet ist), *c*) durch Anbringung von Luftschiebern an der Rauchkastenwand, welche Methode wenig, in Deutschland und Österreich gar nicht in Anwendung ist und *d*) durch Grusons Jalousiefunkenfänger (s. Funkenfänger).

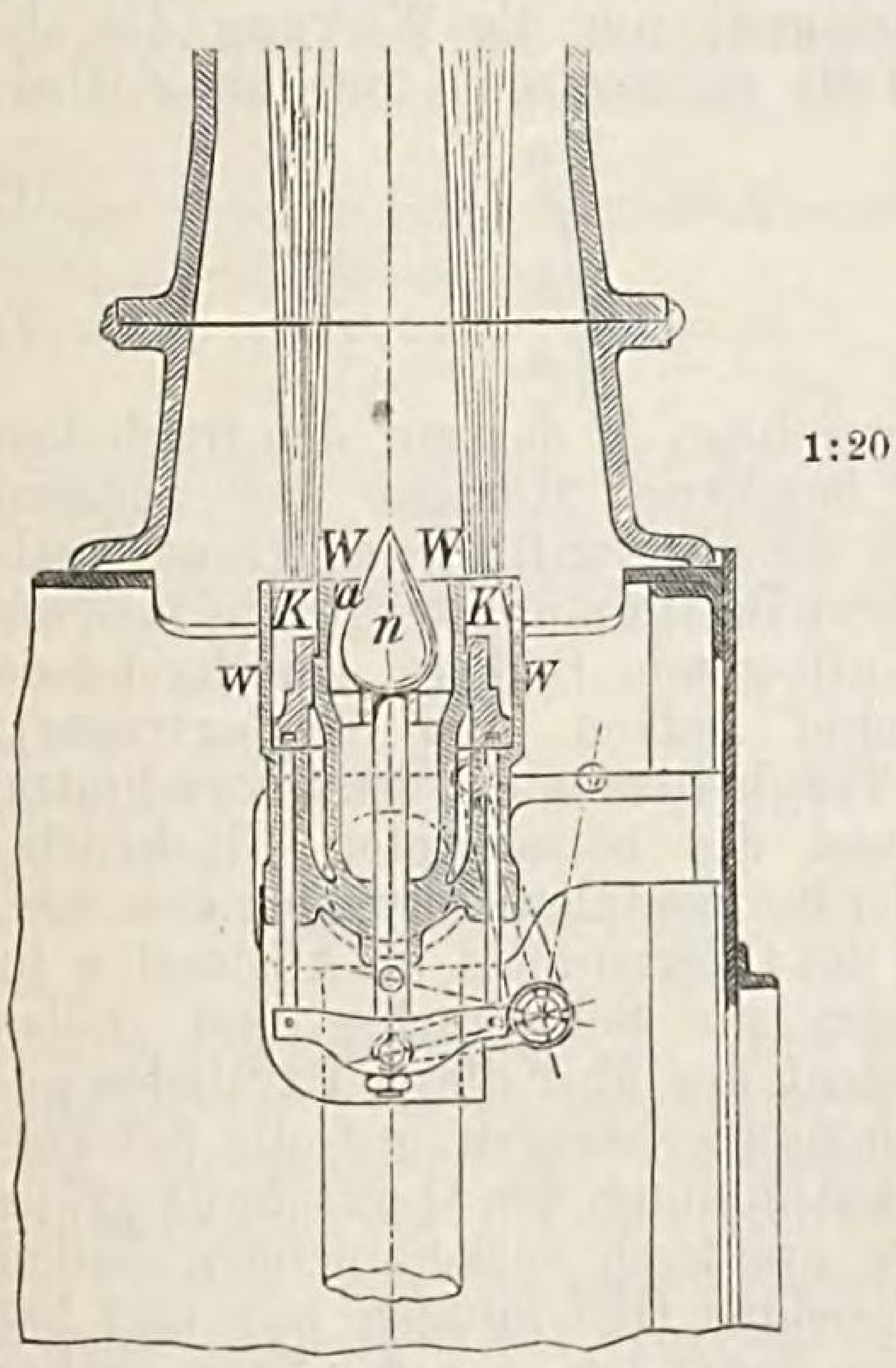


Fig. 195.

3. In solche, welche nur eine Verstärkung des Luftzugs veranlassen, was erreicht wird durch Zuführung von frischem Kesseldampf durch das sogenannte Hilfsblasrohr, auch Schnelldampfrohr genannt. Das Hilfsblasrohr ist ein kleines, circa 12—15 mm weites Rohr, welches von unten in die vertikale Achse des B. eintritt und direkt den Dampf aus dem Kessel in das B. führt. Die Zuführung wird durch einen kleinen Hahn reguliert. Insbesondere beim Stillstand der Lokomotive tritt das Hilfsblasrohr behufs Anfachung des Feuers, respektive zum Zweck der künstlichen Zugerzeugung in Verwendung.

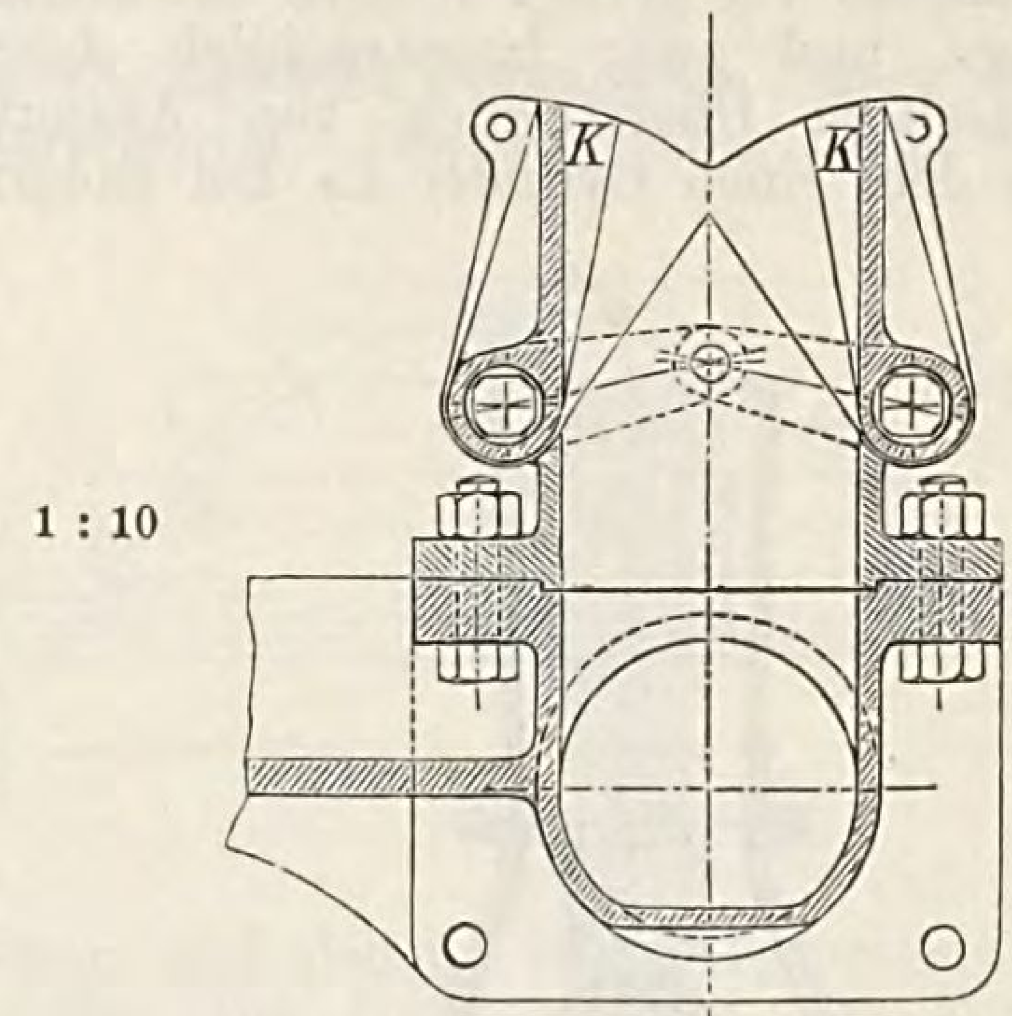


Fig. 194.

Man verengt den Querschnitt des B., wenn bei starkem Dampfverbrauch zugleich eine Steigerung der Dampfspannung erforderlich ist. Dasselbe erreicht man auch durch eine konstante Blasrohröffnung mit einem in das letztere mündenden Hilfsblasrohr. In beiden Fällen ist die Erzeugung eines stärkeren Zugs mit Nachteil verbunden; bei starker Verengung des B. wegen des eintretenden stärkeren Rückdrucks, bei Anwendung des Hilfsblasrohrs wegen des Verlustes an Kesseldampf.

In Fig. 190 ist der Durchschnitt durch die Rauchkammer einer Lokomotive dargestellt und ist aus dieser die Situierung des Blasrohrs ***B*** zu ersehen.

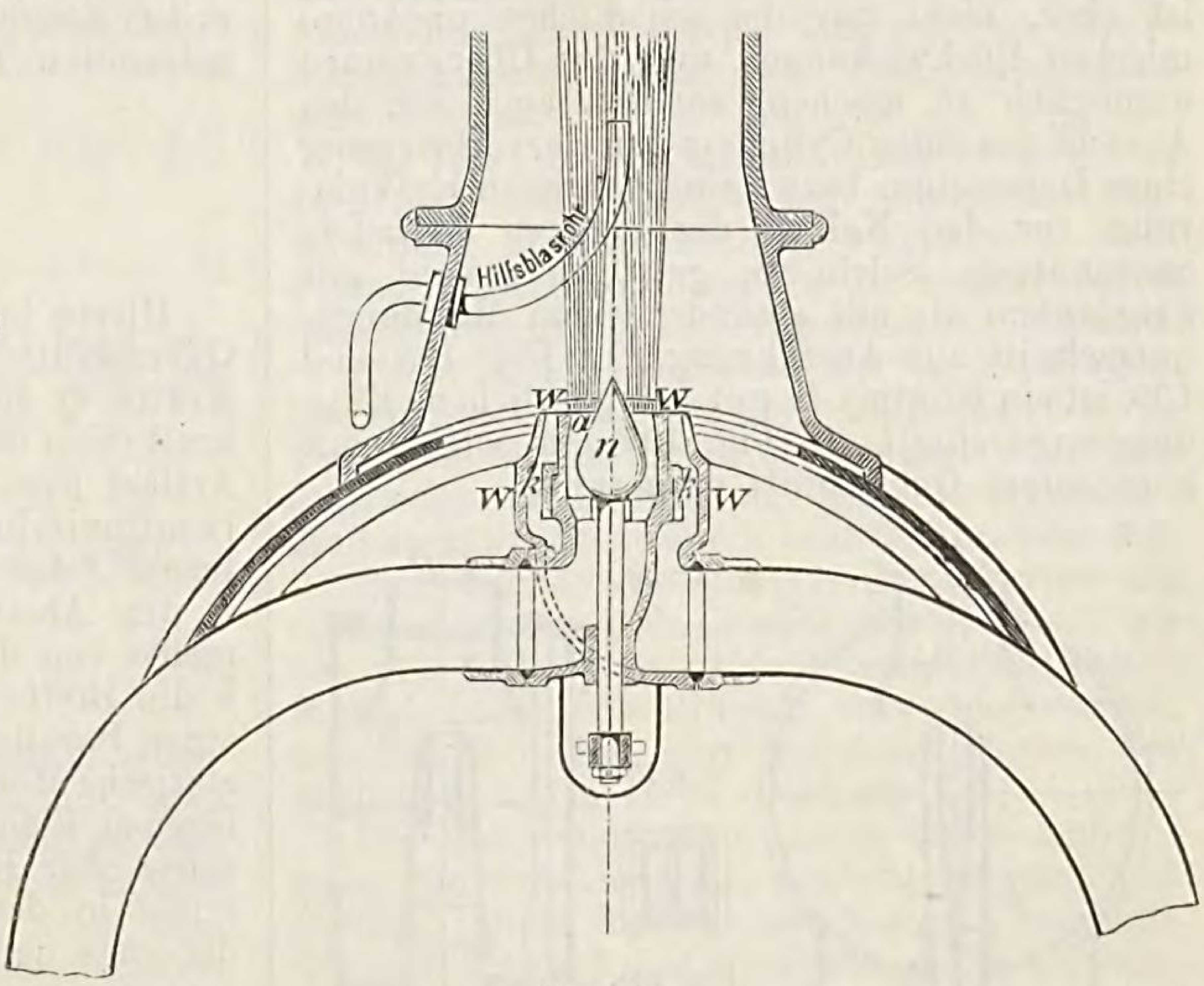


Fig. 196.

Eine einfache und zweckmäßige Blasrohrkonstruktion mit unverstellbarem Mündungsquerschnitt ist in Fig. 191 und 192 dargestellt. Fig. 193 u. 194 zeigen die Konstruktion eines B. mit veränderlichem Auspuffquerschnitt und erfolgt bei diesem die Verstellung der Klappen *K* mittels der Welle *W* vom Führerstand aus.

Den gewöhnlichen Blasrohrkonstruktionen

haftet der Übelstand an, daß die Anfachwirkung bei denselben nur auf Kosten des mechanischen Effekts der Lokomotive erhöht werden kann; es hat nämlich eine Forcierung derselben, bezw. eine Verengung der gemeinschaftlichen Blasrohrmündung, eine Erhöhung des Gegendrucks vor beiden Kolben zur schädlichen Folge, und zwar hauptsächlich durch das gegenseitige Überströmen von Auspuffdampf aus dem einen Cylinder in den andern.

1 : 40

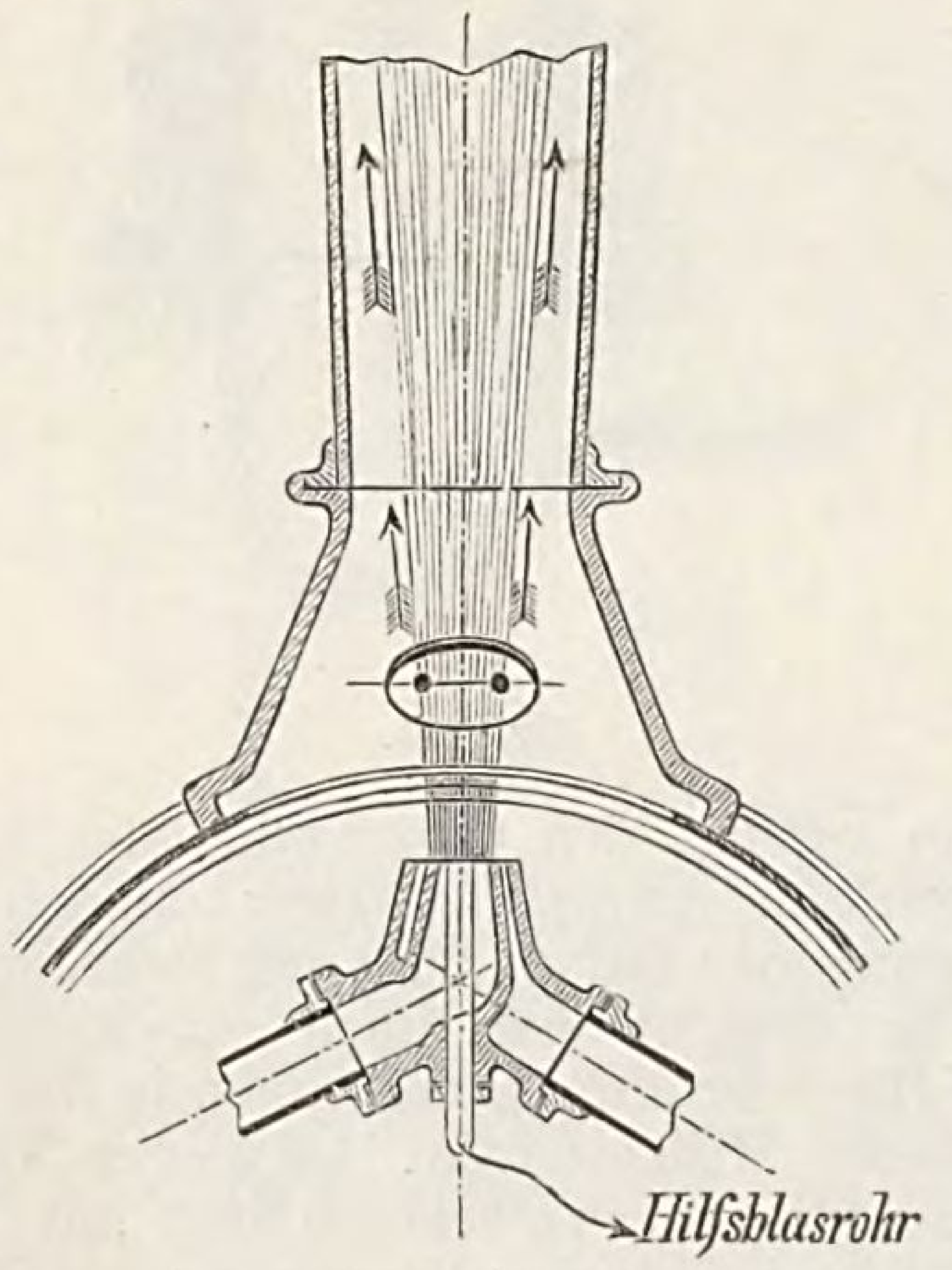


Fig. 197.

Um diesem Mangel abzuhelfen, konstruierte S. Kordina (Oberingenieur der Maschinenfabrik der kgl. ungar. Staatsbahnen in Budapest) ein neues Lokomotivblasrohr mit central getrennten Ausmündungen, für welches er den Patentschutz besitzt. Zweck dieses neuen B. ist aber, nicht nur die schädlichen unökonomischen Rückwirkungen und das Überströmen unmöglich zu machen, sondern auch um den Auspuff des einen Cylinders zur Hervorbringung einer Depression, bezw. einer gewissen Evakuierung vor den Kolben des anderen Cylinders auszunützen. Solche B. gelangen sowohl mit konstantem als mit veränderlichem Mündungsquerschnitt zur Ausführung. In Fig. 195 und 196 ist ein Kordina-B. mit veränderlichem Mündungsquerschnitt, in Fig. 197 ein solches mit konstantem Querschnitt dargestellt.

1 : 30

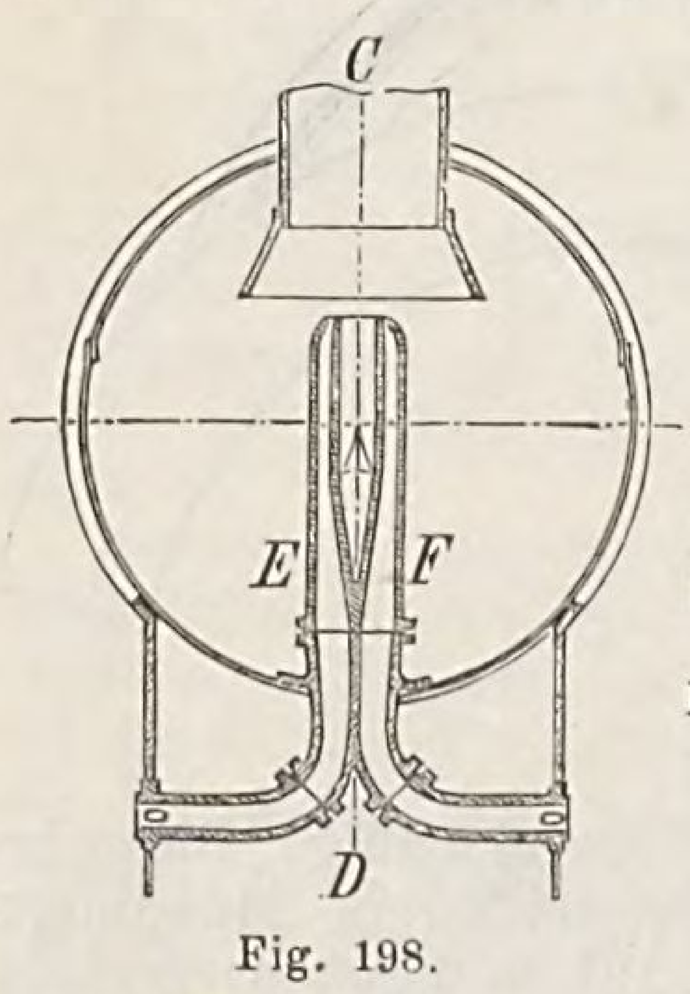


Fig. 198.

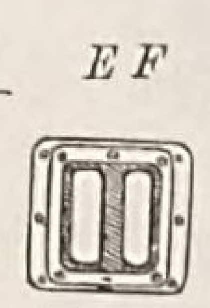


Fig. 200.

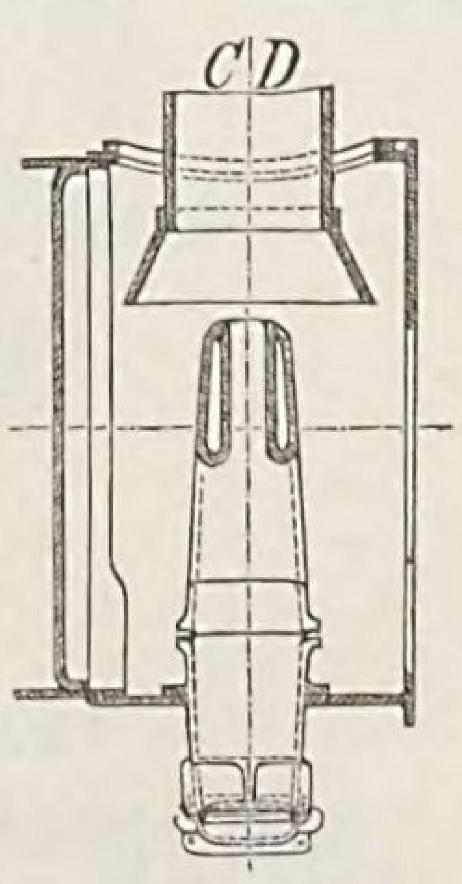


Fig. 199.

Bei dem B., Fig. 195 und 196, kann die Ausmündungsweite variabel gemacht werden durch entsprechende gleichzeitige Hebung und Senkung der Birne n im Raum a, sowie des Schleifrings k zwischen den Wandungen W, und zwar vom Führerstand aus mittels des gewöhnlich üblichen Hebelwerks.

Dampfdiagramme von einer Lokomotive mit Kordina-B. zeigen eine günstigere Gegendruckkurve und keine Kompressionsschlingen. Zufolge der Depressionswirkung ist es auch möglich, die innere Deckung an den Schiebern zu vergrößern, wodurch die Expansion günstiger gestaltet werden kann, ohne die genannten Kompressionsschlingen zu erhalten.

In Fig. 198, 199 und 200 ist das Vortex-B., System Adams, dargestellt, wie selbes bei einer großen Zahl von Lokomotiven der South Western Railway und bei Lokomotiven der französischen Nordbahn in Verwendung steht. Dasselbe ist ein fixes, ringförmiges B., dessen Mündung sich beiläufig in der Höhe des oberen Rands der höchsten Rohrreihe befindet. Mit dieser Konstruktion will M. Adams bezwecken, den Luftzug gleichmäßig auf alle Rohre zu verteilen und guten Zug ohne Gegendruck auf die Kolben und ohne Auswerfen von Kohlenstücken zu erzeugen. Frank.

Blattfeder, s. Federn.

Blechbalken nennt man jene vollwandigen Balkenträger, welche nicht aus einem Stück bestehen, sondern aus Blechtafeln, Flacheisen und Winkeleisen durch Vernietung zusammengesetzt sind. Die Berechnung der B. erfolgt unter Zugrundelegung der Biegungstheorie in folgender Weise:

Denkt man sich einen geraden Balken durch einen senkrecht auf die Achse desselben geführten Schnitt geteilt, so hat man in dem Flächenelement dF des Querschnitts eine Normalspannung $\sigma . dF$, deren Richtung senkrecht zum Querschnitt steht, und eine in der Querschnittsebene wirkende Schubspannung $\tau . dF$ anzubringen, um die Wirkung des abgetrennten Teils zu ersetzen, und zwar wird:

$$\sigma = \frac{M v}{J} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 1)$$

$$\tau = \frac{Q S}{J b} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2)$$

Hierin bezeichnen M das auf den fraglichen Querschnitt bezogene Moment der äußeren Kräfte, Q die daselbst auftretende Transversalkraft (über deren Bestimmung vergleiche man die Artikel Freiaufliegende Balken, Durchgehende [kontinuierliche] Balken und Gerberträger); ferner J das Trägheitsmoment des Querschnitts, v den Abstand des betrachteten Flächenelements von der horizontalen Schwerpunktsachse, b die Breite des Querschnitts im Abstand v in einer Parallelen zur Schwerachse und S das statische Moment des über dieser Parallelen gelegenen Flächenteils, bezogen auf die Schwerachse. Zur Bestimmung der Querschnittsgröße reicht in den praktisch vorkommenden Fällen die erste der beiden Gleichungen aus und hat man die in den äußersten, von der Schwerachse um e, bezw. e_2 abstehenden Fasern auftretenden größten Normalspannungen der zulässigen Beanspruchung des Materials auf Zug, bezw. Druck gleich zu setzen. Nennt man diese Inanspruchnahme allgemein s, so folgt mit $v = e$ aus Gleichung 1)

$$\frac{J}{e} = \frac{M}{s} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 3)$$

Über die Wahl der Inanspruchnahme vergleiche man „zulässige Spannungen“. Hier sei nur erwähnt, daß man das Wöhler'sche Gesetz auch auf die Berechnung der B. in Anwendung gebracht und dementsprechend den Koefficienten s variabel angenommen hat. Es erscheint jedoch bei Anwendung dieser Methode zweckmäßiger, mit einem konstanten Koefficienten s zu rechnen und dafür ein reduziertes Moment M_r einzuführen. Mit Zugrundelegung der Launhardt-Weyrauch'schen Formel und mit dem Koefficienten $s = 700$ kg pro Quadratcentimeter für Schmiedeeisen würde alsdann

$$\frac{J}{e} = \frac{M_r}{700} \quad M_r = \frac{M_{max}}{1 + \frac{1}{2}\frac{M_{min}}{M_{max}}} \ldots\ldots 4)$$

M_{max} und M_{min} bezeichnen die in einem Querschnitt auftretenden größten und kleinsten Biegungsmomente.

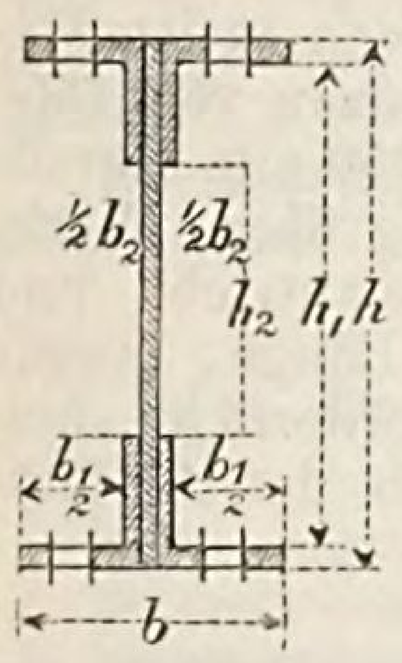


Fig. 201.

Für einen zu dimensionierenden Blechträger wird nun zunächst ein Grundquerschnitt, bestehend aus Stehblech und den dasselbe säumenden vier Winkeleisen, angenommen (Fig. 201). Man macht das Stehblech für Brückenträger 9 bis 11 mm stark und giebt ihm eine Höhe von etwa $^1/_{10}$ der Stützweite des Trägers. Die Winkeleisen erhalten in der Regel etwas größere Stärke als das Stehblech. Für einen solchen Querschnitt berechnet sich das Trägheitsmoment aus

$$J_1 = \frac{1}{12} [b'h^3 - b_1'h_1^3 - b_2 h_2^3] \ldots.5)$$

b' und b_1' sind hierin die um das Maß der Nietschwächung verringerten Breiten b und b_1, und zwar werden zwei Nietdurchmesser in Abzug gebracht und für die Stärke des Stehblechs nur circa 85% der wirklichen Dicke δ eingesetzt.

Die erforderliche Lamellenfläche folgt nun zunächst angenähert aus

$$f_0 = \frac{M}{s\,h} - \frac{2\,J_1}{h^2} \ldots\ldots\ldots 6)$$

woraus mit anzunehmender Breite b_0, bezw. abzüglich zweier Nietdurchmesser b_0' sich die Dicke der Lamellen eines Gurts aus

$$d = \frac{f_0}{b_0'}$$

bestimmt. Hiermit wird dann genauer die Fläche erhalten

$$f = f_0 + \frac{4\,J_1}{h^2}\,\frac{d}{h} \ldots\ldots\ldots 7)$$

Diese Rechnung ist für eine Anzahl Querschnitte des Trägers durchzuführen und man wird, entsprechend der Veränderlichkeit des Biegungsmoments, für die verschiedenen Stellen des Trägers auch ein verschiedenes f als notwendige Lamellenfläche erhalten. Dieser theoretischen Fläche kann man sich in der Ausführung natürlich nicht genau anschließen, da durch Weglassung oder Hinzugabe von Lamellen nur eine sprungweise Veränderung möglich ist. Die beste Übersicht giebt die graphische Darstellung der Materialverteilung (Fig. 202). Die Kurve $a\,b\,c$ entspricht der Kurve der Maximalmomente; bestimmt man einen Flächenmaßstab so, daß seine Einheit gleich der $s\,h$fachen Einheit des Momentenmaßstabs ist, so geben die hiernach gemessenen Ordinaten dieser Kurve auch die Größen $\frac{M}{s\,h}$. Man zeichne nun nach diesem Maßstab ein Rechteck mit der Höhe $a\,d = \frac{2\,J_1}{h^2}$, so entspricht dieses der sogenannten reduzierten Fläche des Grundquerschnitts. Die von $a\,b\,c$ übrig bleibenden

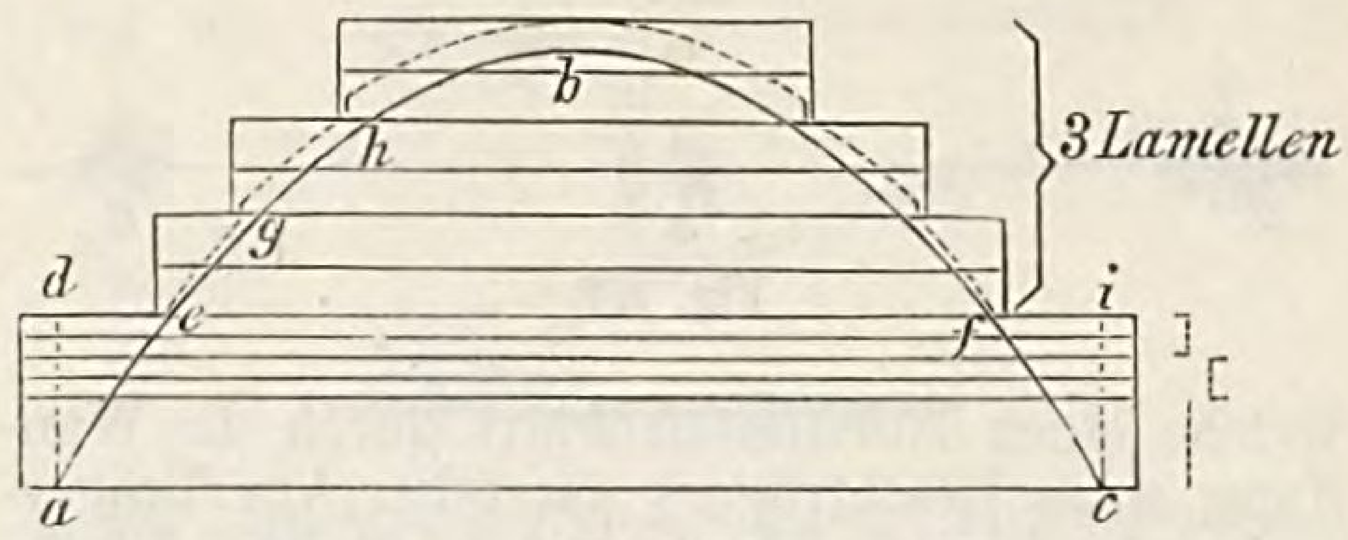


Fig. 202.

Höhen sind alsdann in die Lamellenflächen einzuteilen. Um die Korrektur nach Formel 7) zu berücksichtigen, kann man hierbei die Ordinaten der Kurve in der Strecke $e\,f$ um

$$\frac{4\,J}{h^2}\,\frac{d}{h} = 2.\overline{ad}.\frac{d}{h}$$

vergrößern, wodurch die punktierte Linie erhalten wird. Die Enden der Lamellen sind dann über die Punkte $e\,g\,h$ noch um etwa eine Nietreihe zu verlängern. Mit Zugrundelegung des halben Flächenmaßstabs lassen sich die Lamellenflächen in die der oberen und unteren Gurtung teilen und ebenso in dem Rechteck des Grundquerschnitts die Flächen des Stehblechs und der Winkel unterscheiden. Trägt man außerdem noch an den Stößen, wo solche vorkommen, die Decklaschen ein, so erhält man eine Darstellung, aus welcher die Länge und Anordnung eines jeden einzelnen den Blechträger zusammensetzenden Teils entnommen werden kann.

Bei sehr stark belasteten Trägern hat man auch noch das Stehblech auf seine Scherbeanspruchung zu untersuchen, welche sich nach Formel 2) berechnet und für die neutrale Achse im Enddurchschnitt des Trägers am größten wird.

Stöße in der Blechwand werden bei Trägerlängen über etwa 6 m notwendig. Blechtafeln von mehr als 400 kg werden nämlich wegen der schwierigeren Herstellung selten angewendet. Man deckt die Stöße durch beiderseitige Laschenbleche, welche eine doppelreihige Vernietung erhalten. Horizontale Blechwandstöße, wie sie bei den früher für große Spannweiten ausgeführten hohen Blechträgern notwendig wurden, kommen bei den jetzt üblichen Trägern von höchstens 1,5 m Höhe nicht vor.

Die Blechwand muß ferner durch Anbringung von Steifen gegen Ausbauchen gesichert werden. Diese Steifen bestehen aus aufgenieteten Flacheisen, Winkeleisen oder **T**-Eisen, welche in Abständen von 1,5—2,2 m angeordnet werden. Man stellt dieselben vertikal und benutzt sie meist gleichzeitig zum Anschluß der Querträger oder der Querverbindungen. (Vgl. Figuren im Artikel Eisenbrücken, woselbst Längs- und Querschnitt zweier Blechbrücken dargestellt sind.)

Entsprechend der gegen die Trägermitte zu kleiner werdenden Querkraft könnten hier die

Steifen auch in größeren Abständen angebracht oder schwächer gehalten werden, als an den Enden der Träger. Besonders werden Steifen dort notwendig, wo sich Lasten auf den Obergurt des Trägers übertragen, also bei oben liegender Fahrbahn; ferner unmittelbar über dem Auflager, da hier die Blechwand bedeutende Druckkräfte aufzunehmen hat. Man bildet daher die letzte, das Ende des Trägers säumende Steife stärker aus, wie es Fig. 203 zeigt,

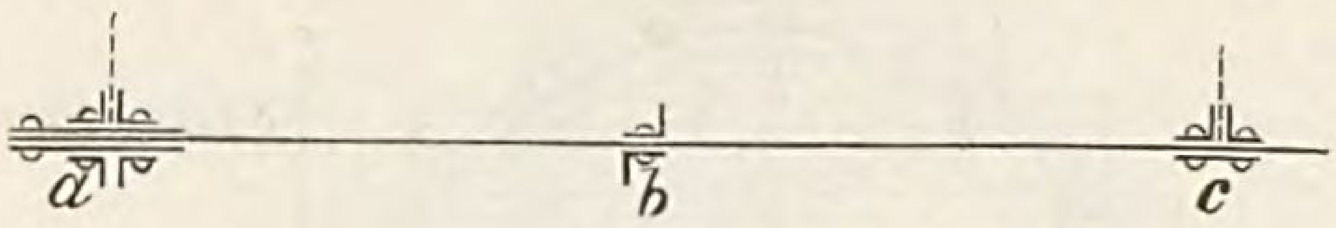


Fig. 203.

welche einen Horizontalschnitt durch die Wandung eines Blechträgers darstellt. Am Trägerende a ist hier die Blechwand durch zwei Flach- und vier Winkeleisen versteift, von denen die beiden inneren zum Anschluß der Querverbindung dienen; die nächste Steife b besteht aus zwei zu beiden Seiten der Blechwand angenieteten Winkeln, während die beiden Winkel in c wieder den Anschluß einer Querverbindung vermitteln u. s. w.

Über die Anordnung des Querschnitts einer Blechbalkenbrücke siehe bei den Fahrbahnkonstruktionen im Artikel Eisenbrücken.

Melan.

Blechbiegmaschinen (*Plate-bending machines*, pl.; *Machines*, f.pl., *à façonner les tôles*), Werkstättenmaschinen, welche den Zweck haben, Kessel-, Rauchfang- und Verschalungsbleche, Heizthürringe u. dgl. kreisförmig zu biegen, sowie alte, gebogene Bleche wieder gerade zu richten; sie bestehen zumeist aus einem System von drei oder vier Walzen. Zwei der Walzen haben die Aufgabe das zu biegende Blech vorzuschieben, während die übrigen durch einen stetigen Druck das Biegen zu bewerkstelligen haben. Die Walzen sind in zwei kräftigen Ständern gelagert; für dünne Bleche bestehen meist übereinander liegende Vorschubwalzen, welche durch die außerhalb der Ständer befindlichen Getriebe in Umdrehung versetzt werden und ferner hinter denselben liegende, durch Reibung mitzunehmende Druck- oder Biegwalzen. Der Krümmungsradius des Blechs hängt hierbei immer von der Grösse des Drucks ab. Um den Druck zu vergrößern oder zu verringern ist die Biegwalze mit einer Stellschraube verschiebbar. Je höher selbe gestellt wird, desto größer ist der Druck, desto kleiner der Biegungsradius und umgekehrt.

Diese Maschinen werden mitunter auch derart eingerichtet, daß die Biegwalze behufs Biegen kegelförmiger Bleche schräg zu den beiden anderen Walzen verstellbar ist. Werden Bleche für komplette Cylinder- oder Kegelflächen gebogen, so besitzen die B. noch weiters die Einrichtung, daß die obere Walze ausgehoben oder an dieser das eine Lager seitlich abgezogen werden kann, um das Herabziehen des eingerollten Blechs oder Rohrs von der Walze zu ermöglichen.

Häufig werden die drei Walzen, wie in Fig. 204 a, b dargestellt ist, derart angeordnet, daß die beiden Vorschubwalzen in gleicher Höhe und in der Mitte darüber die verstellbare Druckwalze gelagert wird.

Für besonders starke Bleche werden diese Maschinen auch mit vier Walzen gebaut, und dienen dann je zwei als Vorschub-, bezw. Biegungswalzen. Für die Bahnwerkstätten genügen aber Maschinen mit drei Walzen.

Der Antrieb erfolgt entweder durch Kurbeln oder Griffräder von Hand, bei größeren Maschinen auch vermittels Riemenscheiben mit offenen und gekreuzten Riemen.

Für kleinere Werkstätten werden meist Maschinen mit Handantrieb und Walzen von 1500 bis 2500 mm Länge, sowie 200—250 mm Durchmesser genügen, während für größere Werkstätten Maschinen mit Riemenantrieb und Walzen von 2000—2500 mm Länge, sowie 200—300 mm Durchmesser erforderlich sind.

Nach Hartig berechnet sich der Arbeitsverbrauch beim Biegen mit

$$A = \alpha \frac{h}{\varrho} V \, mkg,$$

wobei h die Blechdicke in Millimeter, ϱ den Krümmungsradius in Millimeter, V das Volumen des Arbeitsstücks in Kubikmillimeter bedeutet und α für kaltes Schmiedeisen = 0,075 zu setzen ist.

Neblinger.

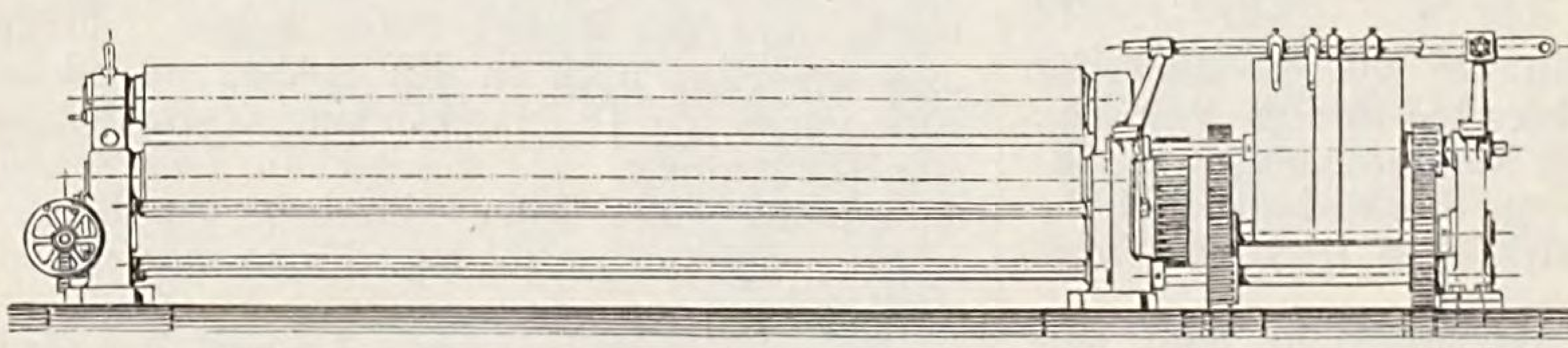


Fig. 204a.

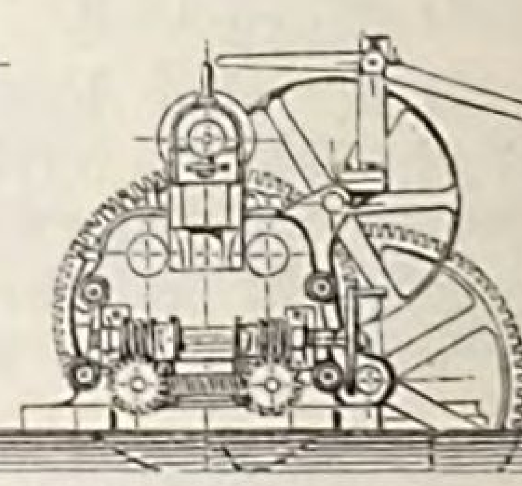


Fig. 204b.

Blechbogenträger wird ein vollwandiger, elastischer Bogenträger genannt. S. Bogen- und Hängebrücken.

Blechbrücken sind solche Brücken, deren Hauptträger Blechträger sind, d. h. aus Blechen und verschiedenartigen Formstücken bestehen. Letztere können Balken- oder Bogenträger sein. S. Blechbalken-, Bogen- und Hängebrücken, Eisenbrücken.

Blechkantenhobelmaschinen dienen zum Abhobeln, Abrichten und Abschrägen der Kanten an Blechen und Platten für Kessel, Brücken und dergleichen.

Die Maschine (Fig. 205 a, b) besteht aus einem langen Auflegetisch für die Bleche, welcher rückwärts zur Unterstützung derselben dient, vorne aber einen sehr starken Doppelträger bildet, der in seinem Schlitz die zu bearbeitenden Bleche aufnimmt; die Bleche werden durch Schrauben festgespannt, welche sich in dem oberen Trägerteil befinden. Auf denselben Füßen, welche den Doppelträger tragen, liegt ganz nahe an letzterem ein Brett ähnlich einer Drehbankwange, auf welchem ein Supportschlitten in

Prismen läuft, der durch eine kräftige Schraubenspindel in Bewegung gesetzt wird. Auf dem Supportschlitten befinden sich zwei Supporte mit vertikal verstellbaren, einander zugewendeten Messerhältern. Die beiden Supporte können rechtwinklig gegen das Brett verschoben werden, und zwar selbstthätig mit aufgesteckten Ratschen oder von Hand. Zum Arbeiten werden zwei Stahlmesser eingespannt, wovon das eine beim Hin-, das andere beim Hergang arbeitet. Die Hin- und Herbewegung wird durch die erwähnte Schraubenspindel, bezw. durch am Ende desselben befindliche Riemenscheibenantriebe mit offenen und gekreuzten Riemen dem Schlitten mitgeteilt. Die Umsteuerung erfolgt auch hier selbstthätig durch einen Anschlag oder von Hand.

Diese Maschinen werden für Hobellängen von 2500—6000 mm ohne Verschiebung des Arbeitsstücks ausgeführt, können aber auch derartig eingerichtet werden, daß durch Fortrücken des Arbeitsstücks jede beliebige Länge gehobelt werden kann. Neblinger.

Blechträger (*Plate-girder; Poutre*, f., *en tôle*) nennt man vollwandige Träger, welche aus Blechtafeln, Flacheisen und verschiedenen Façoneisen mittels Vernietung und Verschraubung zusammengesetzt sind. S. auch Eisenbrücken.

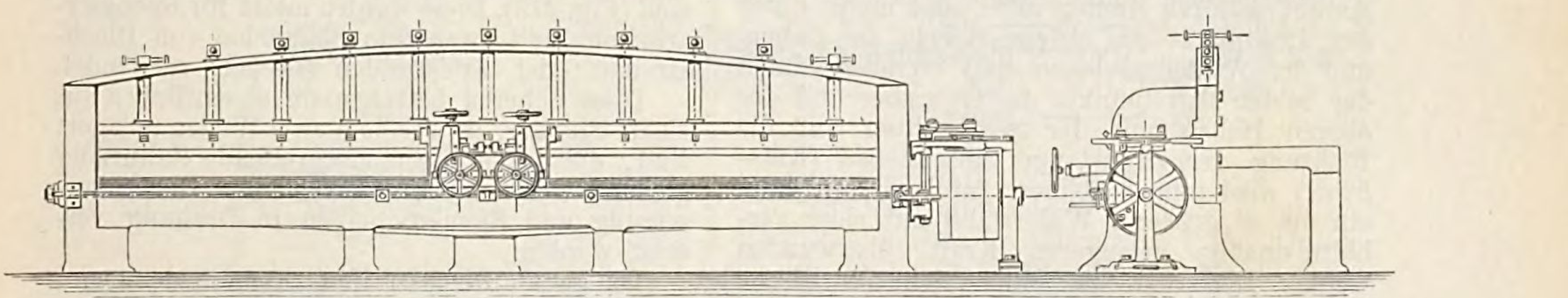


Fig. 205*a*. Fig. 205*b*.

Blech- und Plattenscheren (*Shears*, pl., *Plate shears; Cisailles*, f. pl., *Cisoirs* m. pl.) haben den Zweck, Bleche oder Platten auf bestimmte Dimensionen und Formen zu schneiden. Solche Scheren bestehen aus zwei Stahlbacken, welche in parallelen Ebenen aneinander vorbeigeführt werden und von denen meistens der eine feststeht, während der zweite entweder im Bogen um einen Drehbolzen beweglich oder parallel verschiebbar ist. Man unterscheidet hiernach Bogen- und Parallelscheren. Die Schnittkanten schließen mit den Berührungsebenen der Scherbacken Winkel von 75—85° ein.

Sowohl bei Bogen- als Parallelscheren erhalten die Schneiden eine geneigte Lage zueinander, damit sie nicht auf die ganze Länge gleichzeitig schneiden und daher eine geringere Kraft zur Überwindung der Widerstände erfordern.

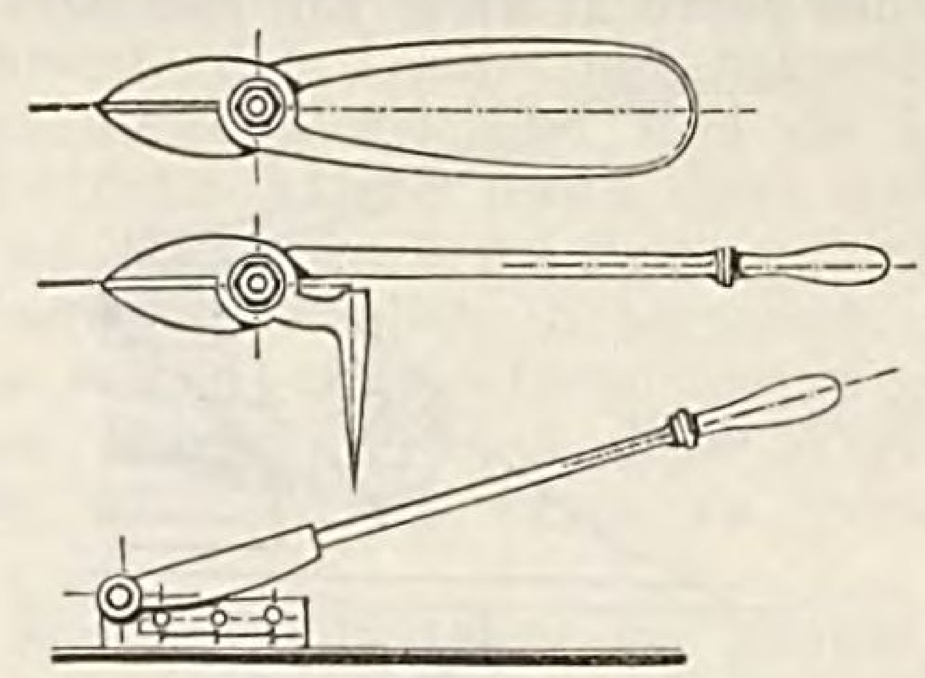
Die einfachste und kleinste Gattung Scheren, wie selbe von Schlossern und Spenglern verwendet werden, ist die Handblechschere. In Fig. 206 ist eine Bogen- oder Hebelschere dargestellt, deren Schneidbacken über den Drehpunkt hinaus griffartig verlängert sind und bei Zusammendrücken der Hebel mit der Hand den Schnitt ausführen. Die Schneidlänge beträgt hierbei bis 100 mm und die Grifflänge die vierfache Schneidlänge.

Um größere Widerstände überwinden zu können, wird der obere Griff noch weiter verlängert und der untere rechtwinkelig abwärts gebogen; letzterer wird entweder in den Schraubstock eingespannt oder in einen Holzstock bleibend eingetrieben. Derartige Scheren werden Stockscheren oder Bockscheren genannt, Fig. 207; die Schneidlänge beträgt hier bis 300 mm und das Hebelverhältnis ist meist 1 : 5.

Fig. 206

Fig. 207.

Fig. 208.



Für den Handbetrieb werden vielfach Scheren mit kombinierten Hebeln, sogenannte Hebelscheren, welche größere Kraftäußerung ermöglichen, konstruiert und gerne verwendet.

Eine Variante dieser Scheren ist die Tafelschere, Fig. 208, bei welcher der Drehpunkt an das Ende der Schneiden gelegt ist, wodurch eine einarmige Hebelschere entsteht.

Bei der in Fig. 209 dargestellten Anordnung bewegt sich das obere Scherblatt um einen Drehzapfen und ist durch eine Zugstange mit dem Krafthebel in Verbindung gebracht, so daß beim Niederdrücken desselben der Schnitt ausgeführt wird. Bei Hebelscheren mit geraden Schneiden ist der von den Schneiden gebildete Scherwinkel sehr veränderlich (90° Max. bei geöffneter und 0° bei geschlossener Schere); da aber zum Fassen des Arbeitsstücks der Scherblattwinkel gleich dem Reibungswinkel sein muß und dieser nur bei einer gewissen Stellung der Scherblätter gegeneinander vorhanden ist, so wirken diese Scheren um so ungünstiger, je dicker das Arbeitsstück ist. Zur Beseitigung dieses Übelstands wird bei manchen Hebelscheren die obere Schneide so gekrümmt, daß der Scherwinkel bei jeder Stellung konstant bleibt.



Fig. 209.

Weitere Handblechscheren mit sehr sinn-

reichen Hebelkombinationen oder Kniehebelbewegungen (Wencelides, Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia) sind folgende:

In einem kleinen Gußständer, Fig. 210, sind zwei Hebel gelagert, wovon der das obere Scherblatt tragende Hebel mittels einer Feder stets nach oben gedrückt wird. Ein rollendes Getriebe,

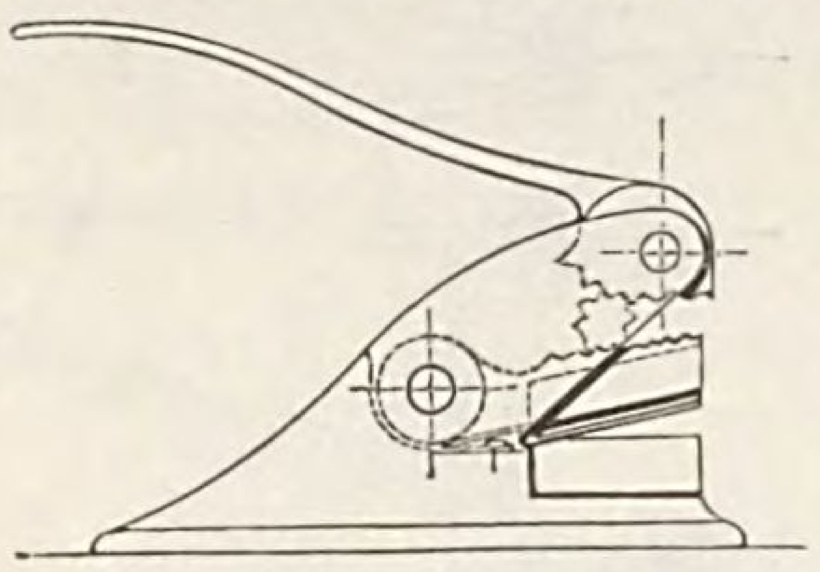


Fig. 210.

welches sich lose zwischen dem excentrischen, gezahnten oberen Druckhebel und dem zahnstangenartig geformten unteren Scherenhebel befindet, wird beim Niederdrücken des oberen Hebels veranlaßt, sich nach vorwärts zu bewegen. Der Mittelpunkt des rollenden Getriebes kommt dadurch immer mehr und mehr unter den Drehpunkt des oberen Hebels zu stehen, und der Winkel, welchen die Verbindungslinien der beiden Mittelpunkte des Getriebes und des oberen Hebels mit der Senkrechten auf die Richtung der Zahnstange einschließen (Kniehebel) wird immer kleiner. Infolgedessen kann ein um so größerer Widerstand mit einer verhältnismäßig geringeren Kraft überwunden werden. Dieser Mechanismus reicht für Bleche bis 5 mm Dicke aus.

Für Scheren, welche stärkere Bleche schneiden sollen, sind die fixen Drehpunkte der beiden Hebel am Ständer noch durch eine Zugstange untereinander verbunden; s. Fig. 211. Beim Schneiden wird der obere Druckhebel mittels

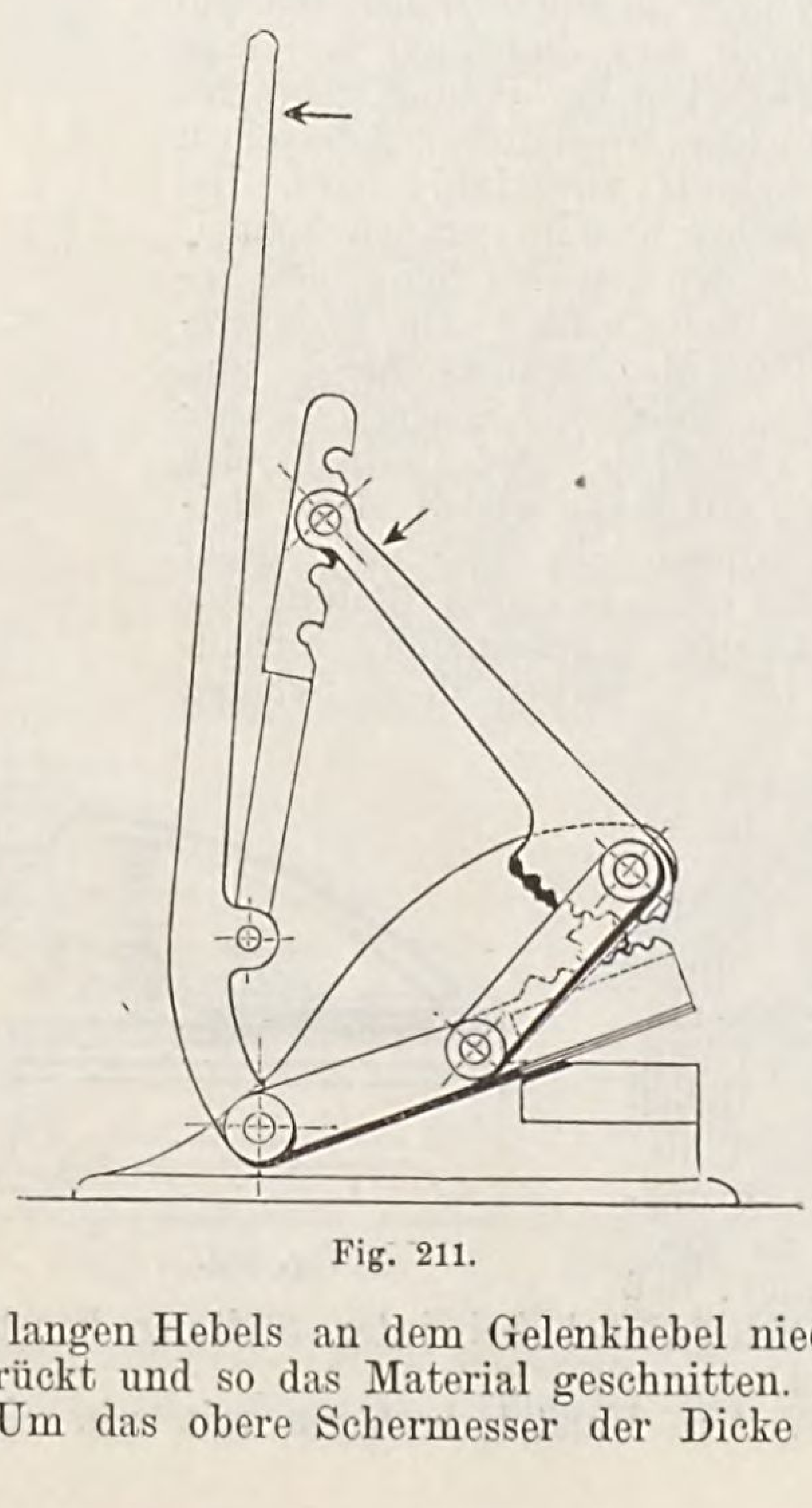


Fig. 211.

des langen Hebels an dem Gelenkhebel niedergedrückt und so das Material geschnitten.

Um das obere Schermesser der Dicke des Materials anzupassen und beim Schnitt eine günstige Stellung des Handhebels zu erreichen, ist der Gelenkhebel mit Zähnen versehen, in welche der Bolzen des oberen Druckhebels paßt. Solche Scheren werden für Bleche von 6—12 mm Dicke angefertigt.

Bei einer andern Gattung solcher Scheren für Handbetrieb ist der Kniehebel durch zwei Gelenke mit Zahnsegmenten ersetzt (Fig. 212), welche miteinander im Eingriff stehen. Die Teilkreismittelpunkte der Segmente werden durch eine Laschenverbindung in richtiger Entfernung voneinander gehalten. Die eigentlichen Drehpunkte der Gelenke sind excentrisch gegen die Teilkreismittelpunkte angeordnet.

Eines der beiden so geformten Zahnsegmente ist nur mit einem Handhebel versehen, von welchem die Kraft auf die Zahnsegmente und durch diese auf den oberen Schermesserhebel, den eigentlich arbeitenden Teil der Maschine, übertragen wird.

Eine weitere Gattung Scheren sind als Kreis- oder Cirkularschermaschinen ausgebildet, bei welchen die Scherblätter kreisrunde Scheiben sind (Fig. 213). Diese werden meist für Spenglerarbeiten, und zwar zum Schneiden von Blechstreifen oder kreisrunden Blechen verwendet.

Diese Scheren bestehen im wesentlichen aus einem Ständer, in welchem zwei Wellen gelagert sind, die durch ineinandergreifende Zahnräder gleicher Größe mittels Kurbel oder Räderübersetzung und Riemenscheiben in Drehung versetzt werden.

Um gerade Blechstreifen zu schneiden, wird behufs Geradführung des Blechs ein für verschiedene Breiten verstellbares Führungslineal angebracht.

Kreisförmige Blechscheiben erhält man, wenn man das Blechstück zwischen die Schermesserscheiben bringt und an einem Punkt außerhalb festhält, wodurch sich das Blech zugleich um denselben dreht. Zu diesem Zweck ist vor den Scherblättern eine Vorrichtung angebracht, welche aus einem Bügel mit Körnerspitze zur Fixierung des Mittelpunkts der rund zu schneidenden Blechtafel besteht. Dieser Bügel ist verschiebbar und kann festgeklemmt werden. Die Körnerspitze muß seitwärts der durch die Wellenachsen gehenden Vertikalebene liegen, und zwar um die Größe der halben Sehne, welche die Kreismesser durch den Übergriff gemeinschaftlich haben, damit die Linie, welche parallel zu den Wellenachsen durch die Körnerspitze gezogen wird, auch durch den Schnittpunkt geht.

Man macht den Kreisscherendurchmesser gleich der 30—60fachen zu schneidenden Blechstärke und giebt den beiden Kreismessern einen Übergriff von $^1/_{400}$ des Scheibendurchmessers. Die Umfangsgeschwindigkeit der Kreisscheren beträgt durchschnittlich 600 mm pro Sekunde.

Nachdem in den Eisenbahnwerkstätten gewöhnlich nur dünne Bleche geschnitten werden, so genügt in den meisten Fällen der Handantrieb mit Kurbel, eventuell Zahnradübersetzung.

Für größere und stärkere Bleche bedient man sich der Schermaschinen, und zwar für die hier in Betracht kommenden Zwecke der Parallelscheren, welche entweder von Hand oder mittels Riemenscheiben betrieben werden. Bei den Parallelscheren bleibt der Winkel, welcher von den beiden Messerschneiden gebildet

wird, stets gleich, weshalb große Scheren, nach dem Princip der Parallelscheren ausgeführt, vorgezogen werden. Bei den Parallelscheren unterscheidet man Scheren mit schmalen und breiten Messern, welch letztere jedoch nur in Hüttenwerken Verwendung finden.

Blechschermaschinen mit schmalen Messern sind in den Eisenbahnreparaturswerkstätten fast immer mit Lochmaschinen (s. d.) kombiniert und werden zum Schneiden und Lochen von Kesselblechen, Brücken- und diversen anderen Blechen, sowie zum Abschneiden von Stabeisen, mitunter auch zum Stanzen von Sägeblättern verwendet.

Solche Loch- und Schermaschinen kleinster Gattung (Fig. 214 *a*, *b*), für Handbetrieb bestehen aus einem kräftigen Ständer mit einem Werkzeugstoß, der oben die Schere und unten den Lochstempel trägt. Der Stoß liegend angeordnet sind. Im wesentlichen sind sie übrigens gleich den vorher beschriebenen Maschinen konstruiert.

Diese Maschinen werden für Blechdicken bis 25 mm ausgeführt.

Die bisher beschriebenen Maschinen für starke Bleche haben besondere Geradführungen für die arbeitenden Loch- und Schneidwerkzeuge. Von diesen abweichend sind die Loch- und Schermaschinen nach dem System de Bergue, Fig. 216 *a*, *b*, bei welchen der Lochstempel, sowie das obere Schermesser einen Kreisbogen von so geringer Länge und so großem Halbmesser beschreibt, daß diese Werkzeuge nahezu so arbeiten, als wären sie geradlinig geführt.

Diese Maschinen bestehen bei kleiner Ausführung aus einem einfachen, bei großer aus einem massiven Doppelständer, in dessen Ober-

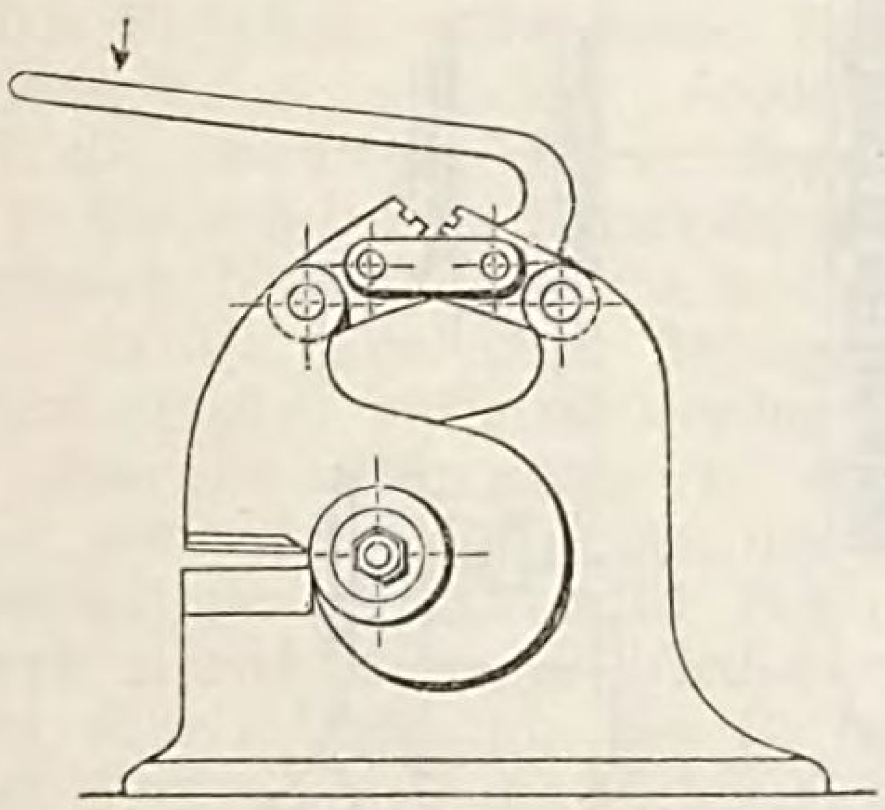


Fig. 212.

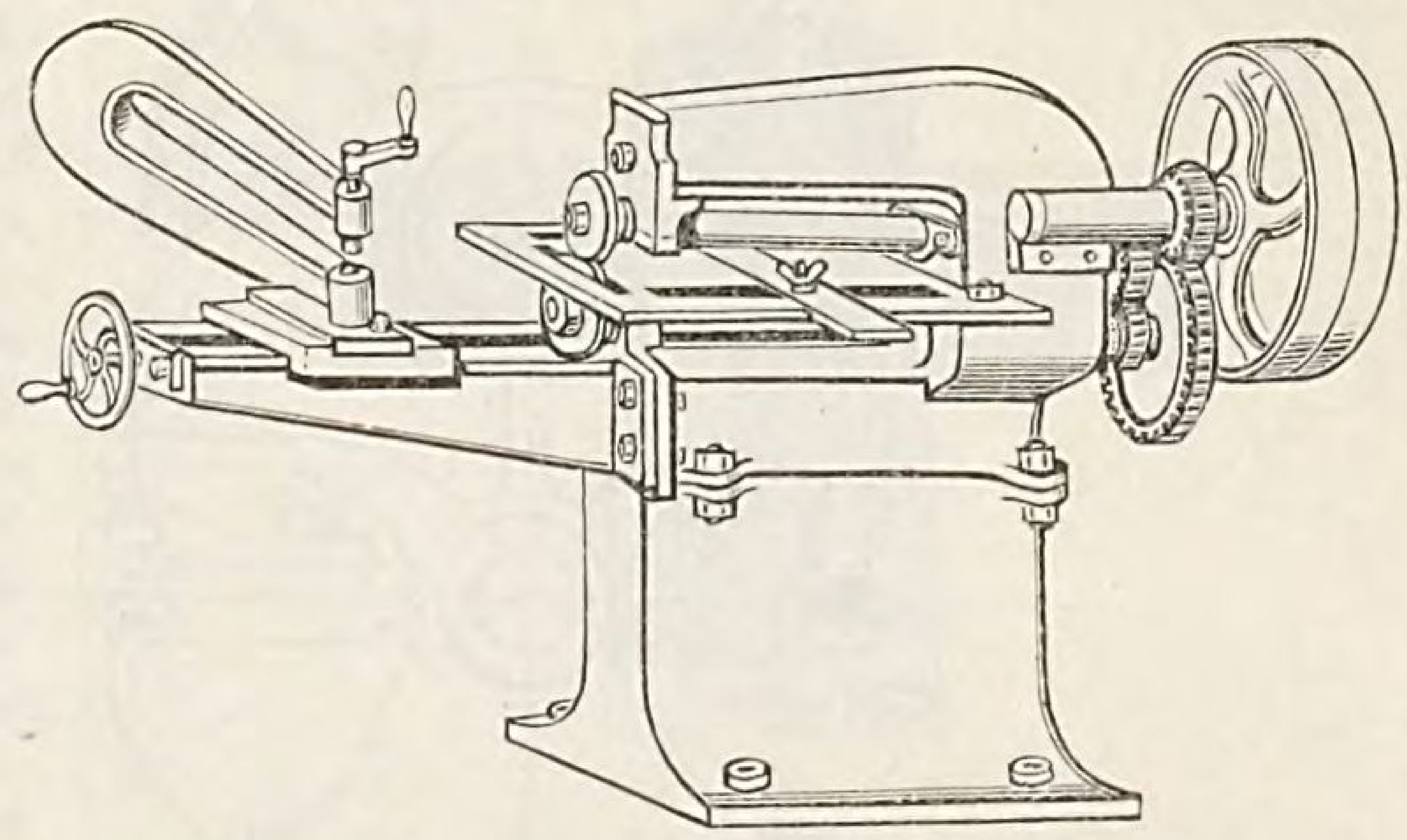


Fig. 213.

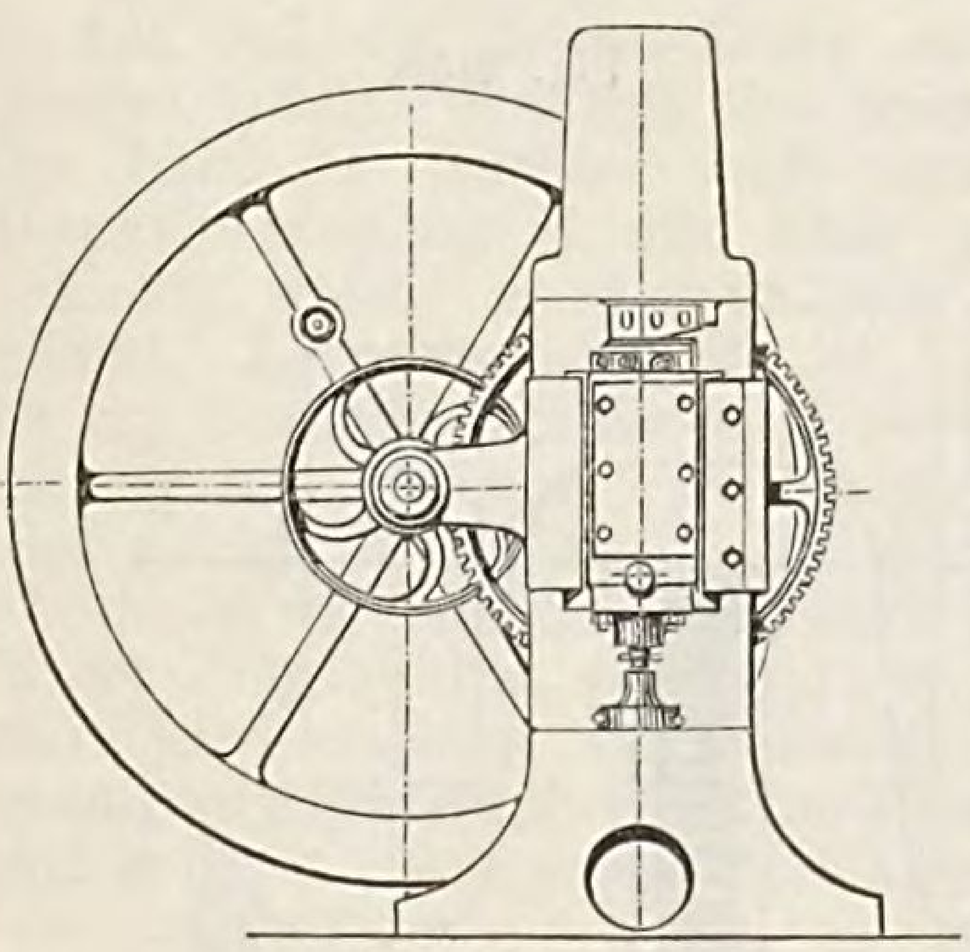


Fig. 214 *a*.

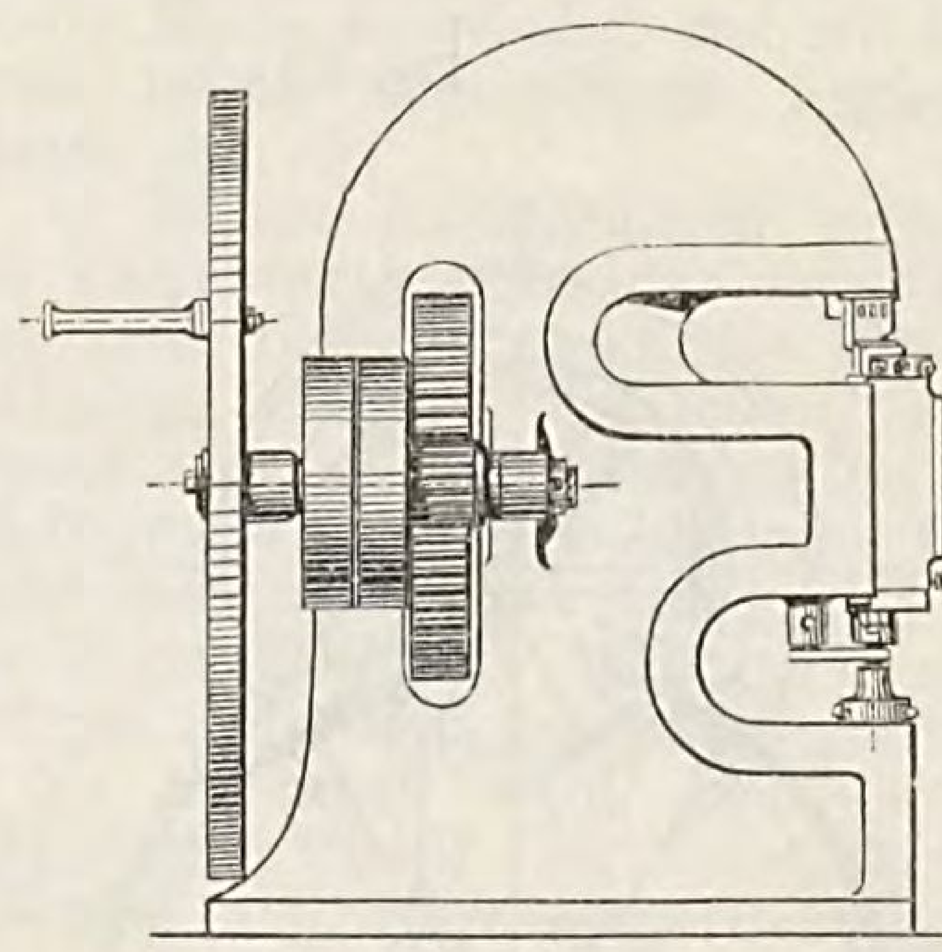


Fig. 214 *b*.

wird durch ein Excenter auf einer Welle bewegt, welche ihren Antrieb durch Rädervorgelege von einer mit Fest- und Leerscheibe und einem Schwungrad versehenen Antriebswelle erhält. Das Schwungrad trägt eventuell in den Speichen ein Kurbelheft für den Handantrieb.

Der Werkzeugstoß ist ein in solider prismatischer Führung verschiebbarer Schlitten, und kann der Lochstempel während des Gangs der Maschine vom Stand des Arbeiters aus durch einen Handgriff ausgerückt werden.

Diese Maschinen werden für Blechdicken bis 15 mm gebaut und finden in Schlossereien, Tender- und Wagenreparaturswerkstätten Verwendung.

Loch- und Schermaschinen größerer Gattung (Fig. 215 *a*, *b*), besitzen einen sehr kräftigen Ständer, in welchem Loch- und Scherstoß getrennt, und zwar symmetrisch gegenüber- teil eine Excenterwelle solid gelagert ist, die auch hier mit Räderübersetzung, Riemenscheiben und Schwungrad angetrieben wird und die Bewegung auf den in Dreieckform gebildeten Maschinenteil überträgt. Dieser letztere besitzt seinen Drehpunkt in der Höhe der Schneide des festen Messers und der Lochmatrize. Oberhalb ist in demselben ein Schlitz angebracht, in welchem sich der Schleifbacken der Excenterwelle bewegt, durch welchen dieser Dreieckteil, der eigentlich einen gut versteiften Winkelhebel darstellt, in oscillierende Bewegung versetzt wird. Nachdem Lochstempel und Schere in den unteren Hebelarmen angebracht sind, kommen diese abwechselnd zur Wirkung. Die Werkzeuge erhalten keine weitere Führung, als jene, welche der oscillierende Hebel, an dem sie befestigt sind, giebt. Diese Maschinen nehmen sehr wenig Platz ein, sind sehr einfach in Kon-

struktion und die arbeitenden Werkzeuge sehr leicht zugänglich. Sie werden für Blechdicken bis 20 mm gebaut.

Nach Hartig läßt sich für Parallelscheren und Lochmaschinen der durchschnittliche totale Arbeitsverbrauch in Pferdestärken N durch nachstehende Formel:

$$N = N_0 + N_1,$$

Erfahrungsgemäß beträgt

	mm	mm	mm
für eine Blechdicke δ von..	10	20	30.
Schnittanzahl n pro Minute	10	9,2	8,3
Leergangsarbeit N_0	0,16	0,32	0,55
Arbeitsverbrauch a pro ein Quadratmillimeter Schnittfläche..................	0,395	0,540	0,685

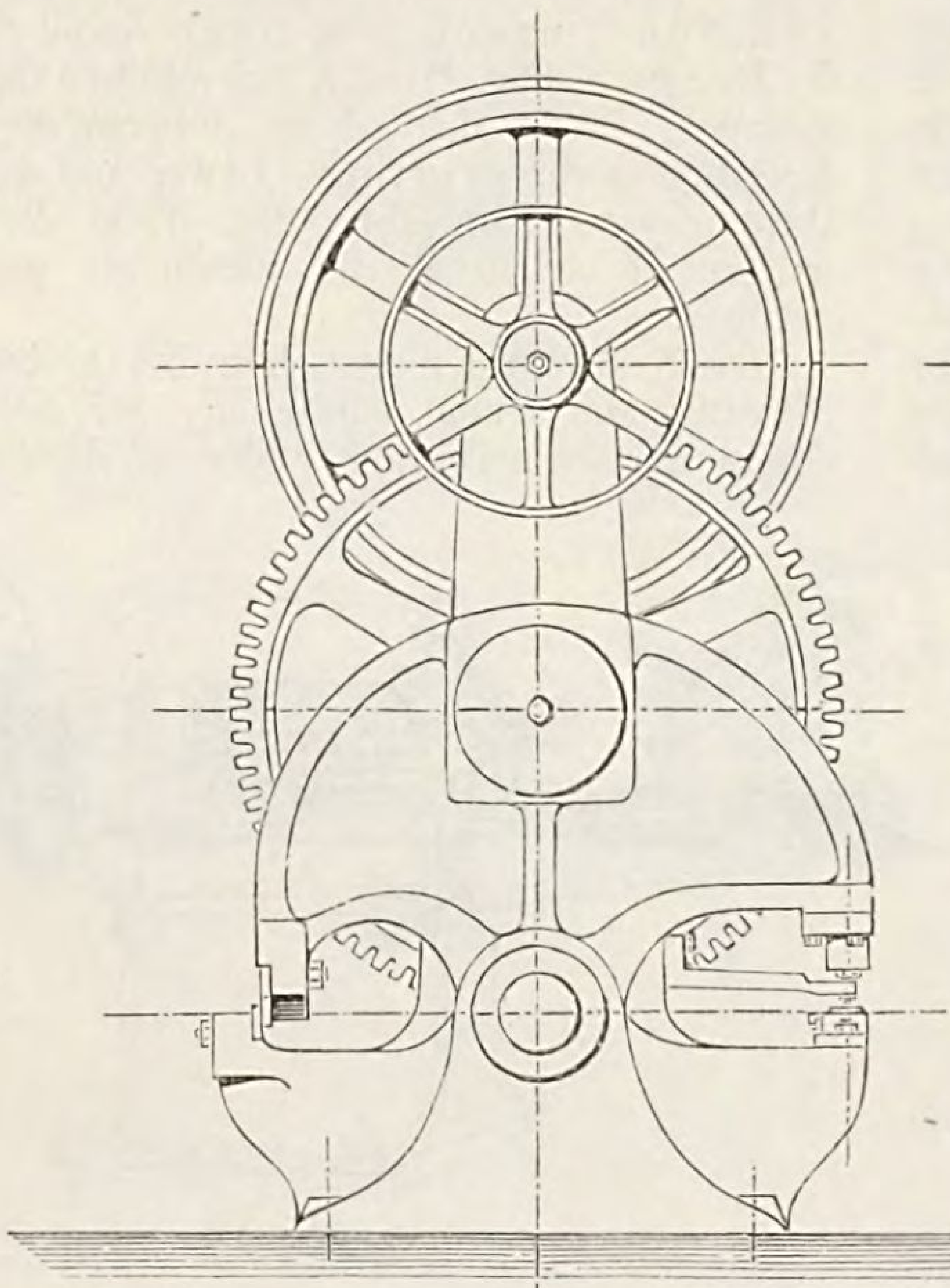


Fig. 215 *a*.

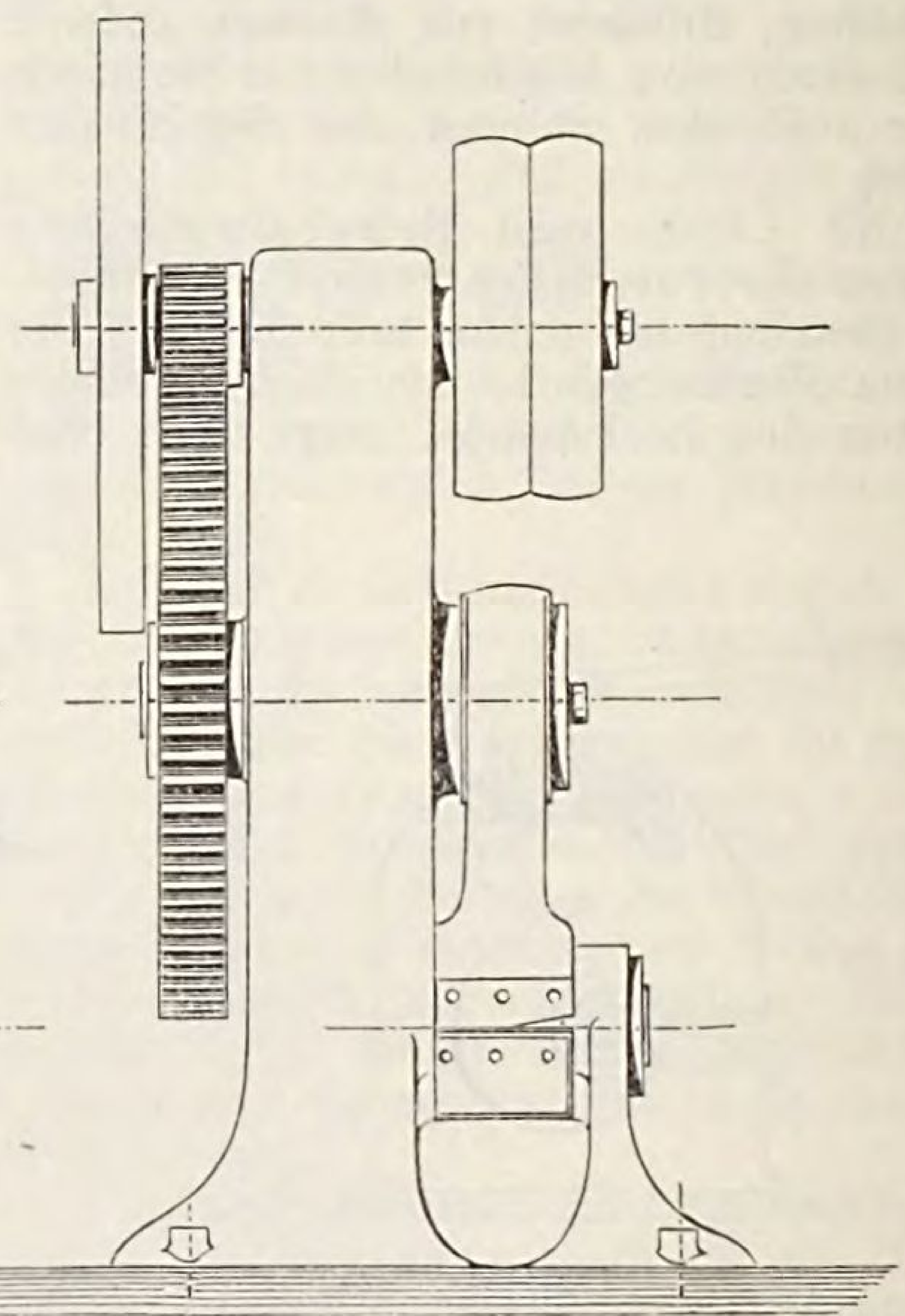


Fig. 215 *b*.

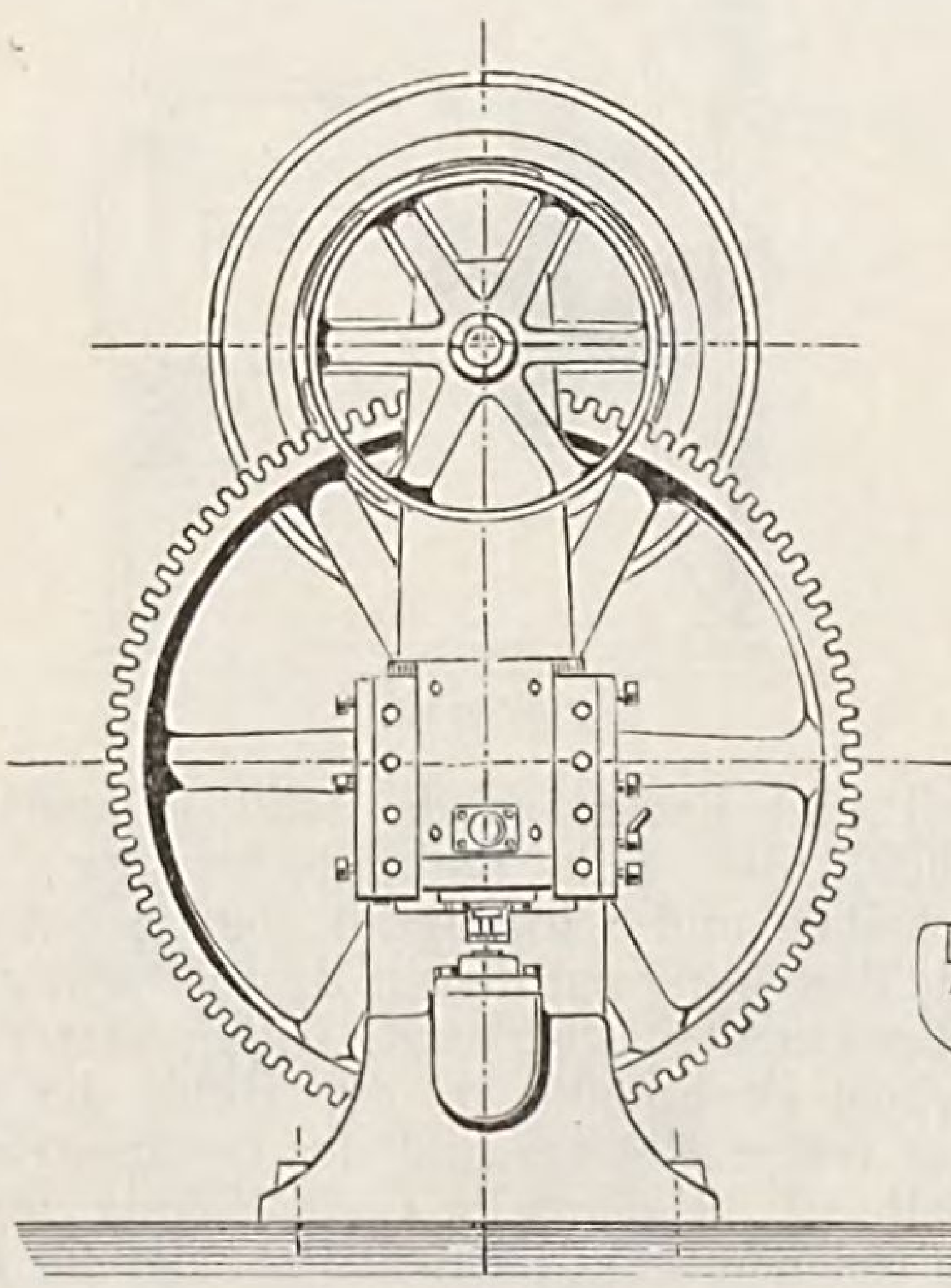


Fig. 216 *a*.

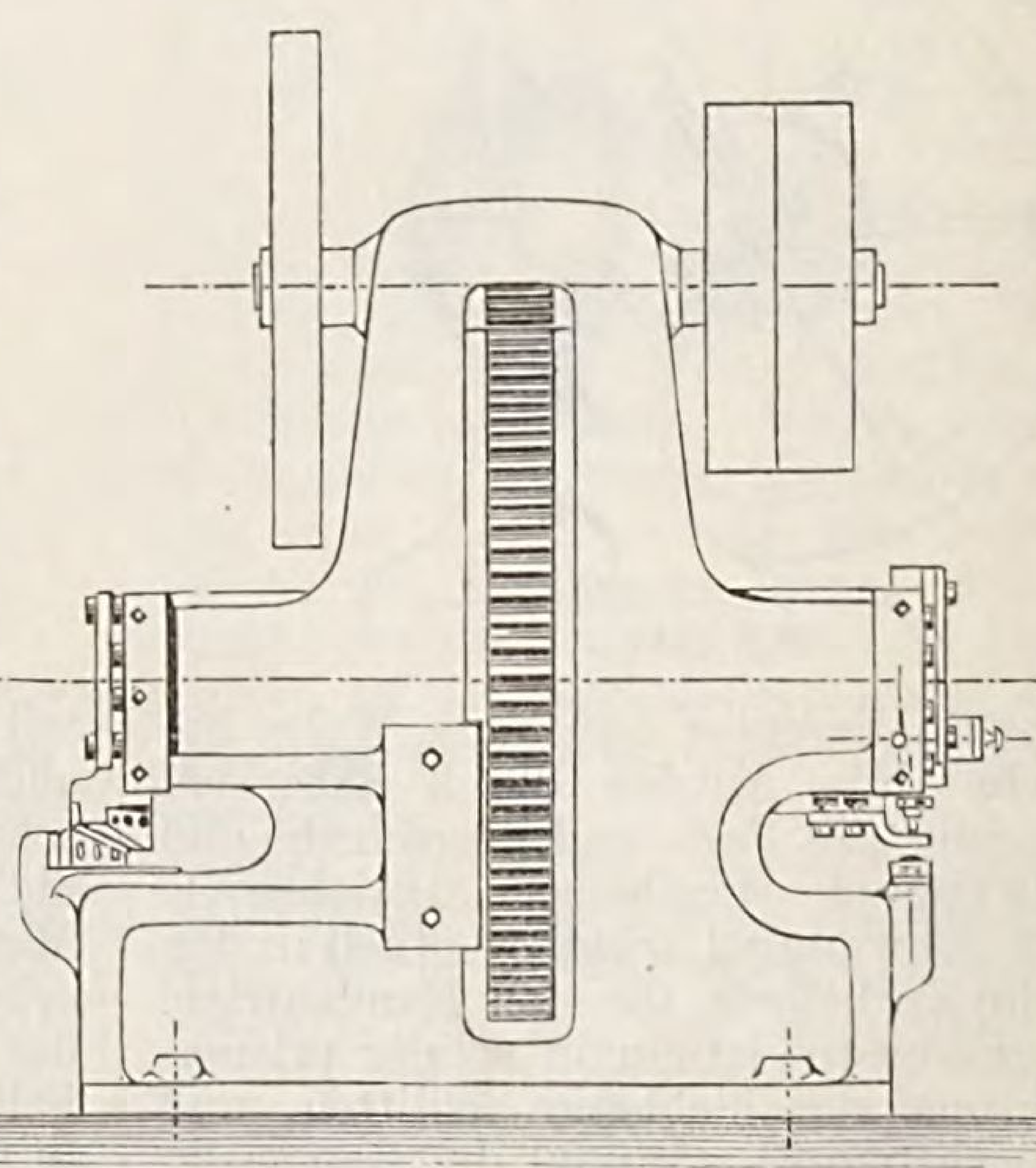


Fig. 216 *b*.

finden, wobei der Arbeitsverbrauch für den Leergang der Maschine $N_0 = 0,1 + \frac{n\delta^2}{10^6}$ und die Nutzarbeit $N_1 = 3,71 . F . a$ ist. Hierbei ist δ die Blechdicke und n die Anzahl Schnitte pro Stunde, ferner F die stündliche Schnittfläche in Quadratmeter und a der Arbeitsverbrauch pro 1 Quadratmillimeter Schnittfläche.

Die Geschwindigkeit der Scheren beträgt für Eisen 15—20 mm pro Sekunde.

Neblinger.

Blei (*Lead: Plomb*, m.) ist das weichste und eines der schwersten Metalle, da es schwerer als Silber und fast so schwer wie Quecksilber ist. Es wird aus dem Bleiglanz, einem das B. in Verbindung mit Schwefel, sowie in geringer

Menge Kupfer, Zink, Antimon, Eisen, Silber und zuweilen auch Gold enthaltenden Erze geschmolzen. Das Ausschmelzen geschieht entweder auf Herden unter Zusatz von Eisen, wobei sich dieses mit dem Schwefel verbindet und eine Schlacke bildet, oder in Flammöfen unter Zusatz von Kohle und Kalk, oder ohne jeden Zusatz, wobei durch den hohen Temperaturgrad und den starken Luftstrom Bleioxyd gebildet und daraus das B. reduziert wird, endlich auch in Schachtöfen unter Zuschlag von Eisenerzen, nachdem das Bleierz zur Entfernung des Schwefels geröstet ist. Das durch diese Hüttenprozesse erhaltene B., welches Werkblei genannt wird, ist sehr unrein und spröde und muß zur Erzeugung von Weichblei raffiniert werden. Ist es so silberhaltig, daß die Ausscheidung des Silbers lohnend ist, so geschieht diese, indem das B. unter Zuführung von Luft zu Bleiglätte, d. i. Bleioxyd oxydiert wird, wobei das Silber wegen der geringen Verwandtschaft zum Sauerstoff zurückbleibt. Die Bleiglätte wird unter Zusatz von Kohle wieder zu B. reduziert. Auch noch auf andere Weise wird das Silber abgeschieden, indem z. B. die sich bei der Herstellung von Bleioxyd bildenden Krystalle, welche weniger Silber enthalten, als das dann noch flüssige B., aus den Schmelzgefäßen entfernt werden und das dadurch erhaltene silberreichere B. zusammengeschüttet, sowie durch Entfernen der Krystalle noch silberhaltiger gemacht wird. Hat man dadurch stark silberhaltiges B. erhalten, so kann das Silber durch Oxydation des B. leicht abgeschieden werden. Auch die leichte Verbindung von Zink mit dem Silber wird zur Abscheidung benutzt.

Das B. hat auf der Schnittfläche starken bläulich-grauen Glanz, der sich in trockener Luft lange hält. In feuchter Luft und im Wasser überzieht sich das B. mit einer mattgrauen Schicht, welche es vor weiterer Oxydation schützt. Je reiner das B. ist, desto weicher ist es, besonders spröde wird es durch Verunreinigung mit Antimon. Das specifische Gewicht des reinen B. ist 11,37; es schmilzt bei 320° C.; kurz vor dem Schmelzpunkt ist es spröde, in der Rotglühhitze verdampft es. Von Salpetersäure wird es gelöst, von Schwefel- und Salzsäure wenig angegriffen. Es ist im metallischen Zustand und in den meisten seiner Verbindungen giftig.

Die Weichheit und leichte Schmelzbarkeit machen das B. für viele technische Zwecke gut verwendbar. Im Eisenbahnwesen wird das B. hauptsächlich zur Dichtung von Muffenröhren, ferner in Form von Blech, als sogenanntes Walzblei, zu Flanschendichtungen, eventuell auch zum Decken von Dächern, dann für Bleipfropfen (s. d.), Plomben u. dgl. gebraucht; endlich kommen für Gas-, Dampf- und Wasserleitungen vielfach Bleiröhren in Anwendung. Diese werden hergestellt, indem das B. mittels hydraulischer Presse durch eine mit einem Dorn versehene Öffnung einer Stahlplatte gedrückt wird. Die Bleiröhren werden in großen Längen erzeugt und für Wasserleitungen entweder innen verzinnt, oder mit einer dünnen Schicht von Schwefelblei versehen, weil manches Wasser B. aufnimmt und dadurch schädlich wird. Viel B. wird zu Metalllegierungen, zur Herstellung von Farben, des Glases und mehrerer Chemikalien verwendet.

Bleipfropfen, Bleischrauben (Schmelzpfropfen) (*Fusible plugs, Safety plugs; Plombs*, m.pl., *de sûreté, Bouchons*, m. pl., *fusibles*) werden in den Feuerbüchsdecken der Lokomotiven angebracht, um bei eintretendem Wassermangel im Kessel das Feuer selbstthätig abzulöschen und hierdurch ein Ausglühen der Feuerbüchsdecke, eventuell eine Kesselexplosion zu vermeiden.

Bei zufälligem, gleichzeitigem Untauglichwerden der Wasserstandszeiger und Probierhähne zeigen die B. automatisch den zu tiefen Kesselwasserstand an. Die B. werden in verschiedener Weise ausgeführt. Die einfachste Konstruktion ist eine etwa 10 mm starke Bleischraube, welche unmittelbar in die Feuerbüchsdecke eingeschraubt wird.

Eine bessere Konstruktion ist die in Fig. 217 dargestellte. In der Feuerbüchsdecke wird eine Schraube aus Rotmetall angebracht, welche

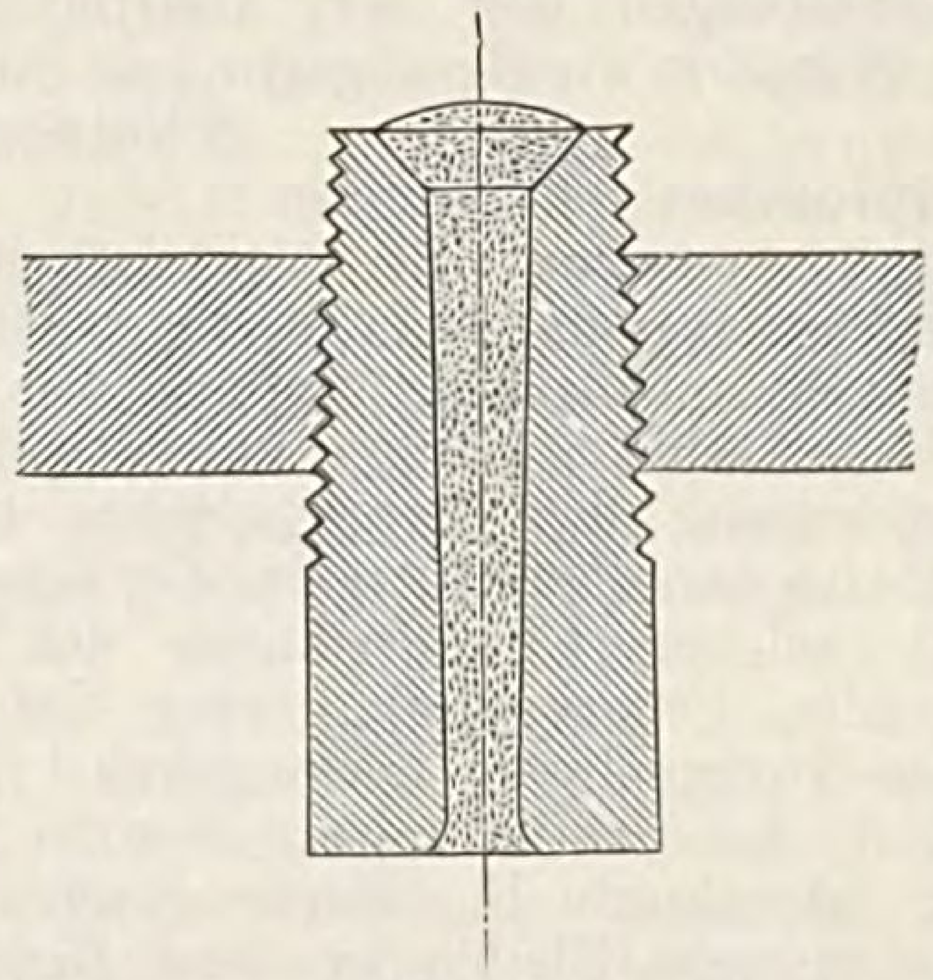


Fig. 217.

in der Mitte ausgebohrt und mit Blei oder mit einer leicht schmelzbaren Legierung ausgegossen ist.

In beiden Ausführungen entbehrt, sobald das Kesselwasser unter das obere Ende der B., bezw. der Bleiseele sinkt, das Blei der nötigen Kühlung, schmilzt, der Dampf strömt in die Feuerbüchse und verlöscht das Feuer. Das nietkopfförmige Ende der Bleiseele, Fig. 217, soll nicht mehr als circa 1 cm in den Wasserraum der Feuerbüchsdecke reichen, damit kein vorzeitiges Schmelzen des Bleies stattfindet.

Zu erwähnen wäre noch der Smith'sche schmelzbare Pfropf (Fig. 218 *a*, *b*), welcher auch nebenbei als Sicherheitsvorrichtung bei Über-

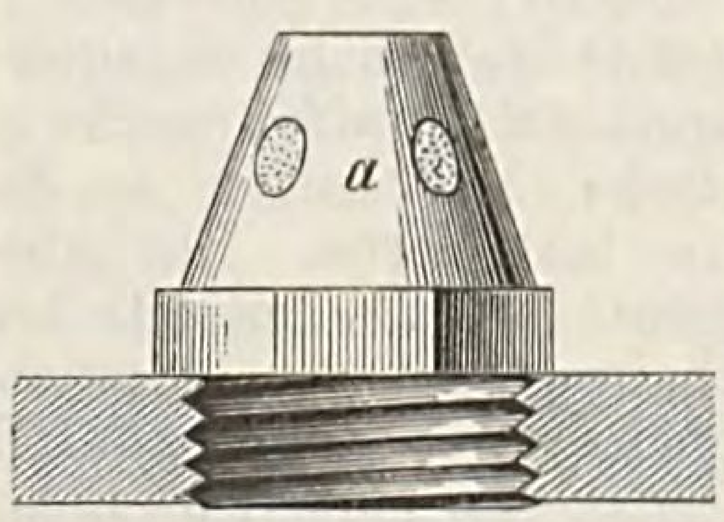


Fig. 218 *a*.

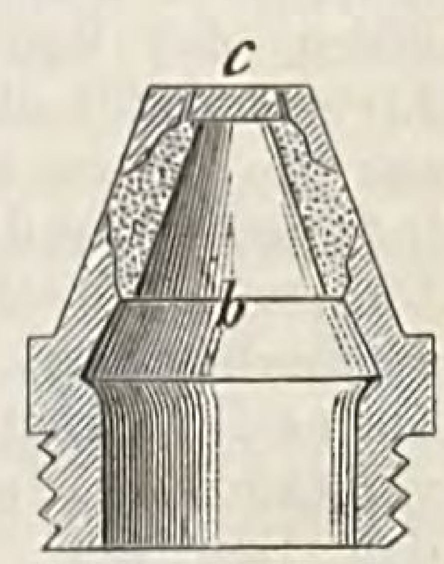


Fig. 218 *b*.

schreitung der normalen Dampfspannung dient. Die in der Feuerbüchsdecke eingeschraubte, kegelförmige Düse *a* aus Rotmetall ist in dem oberen Teil, welcher vier Öffnungen enthält, mit einer Bleilegierung *b* ausgegossen. Die obere Mündung ist mit einem Kupferblättchen *c* abgeschlossen, welches auf dem Bleieinguß aufliegt.

Wird nun die normale Dampfspannung über-

schritten, so wird das Kupferblättchen durchgepreßt und das Feuer durch den einströmenden Dampf ausgelöscht. Bei einem tieferen Wasserstand, unter welchem die Öffnungen vom Wasser nicht mehr berührt werden, schmilzt die Bleilegierung, und der einströmende Dampf verlöscht in gleicher Weise, wie früher erwähnt, das Feuer in der Feuerbüchse.

In England verlangen einige Kesselversicherungsgesellschaften die Anbringung solcher Smith'schen Pfropfen bei den zu versichernden Kesseln.

Bei Speisewasser, welches besonders viel Kesselstein absondert, bildet sich über der Feuerbüchsdecke und über den B. eine Kesselsteinkruste, welche bei genügender Stärke selbst bei hohem Wasserstand ein vorzeitiges Ausschmelzen des Bleies und hierdurch Betriebsstörungen verursachen kann, weshalb bei einigen Bahnverwaltungen von der Anbringung derartiger Pfropfen wieder abgegangen wurde.

Schützenhofer.

Bleiplomben, s. Plomben.

Bleisicherungen. Bei elektrischen Licht- oder Kraftübertragungsanlagen, für welche hochgespannte Ströme benötigt werden, kann durch Kurzschlüsse oder sonstige äußere Umstände, eine Erwärmung der Leitungsdrähte bis zum Abschmelzen derselben eintreten. Zur Beseitigung der aus solchen Überhitzungen der Drähte entstehenden Feuersgefahr, sowie der Zerstörung der kostspieligen Leitungskabel bei Abschmelzen der Isoliermasse, werden in die Leitung sogenannte B. zwischengeschaltet. Es sind dies zumeist Bleibänder oder Bänder aus leichtflüssigen Metallkompositionen, deren Dimensionen so gewählt sind, daß sie schon früher abschmelzen und den Strom unterbrechen, ehe die Erwärmung der Leitungsdrähte eine gefahrdrohende Höhe erreicht.

Bei Glühlichtanlagen ist auf die möglichst zahlreiche Verwendung solcher B. besonders zu achten, da die Glühlampen bei kräftigeren Strömen, als solche zum guten Brennen erforderlich sind, vorzeitig zu Grunde gehen und dies den Betrieb verteuern würde. Prasch.

Blenkinsop John, Oberingenieur und Maschinenmeister der braunschweigischen Eisenbahn, geboren in Newcastle upon Tyne im Jahre 1813, gestorben 1884 in Braunschweig. Im Oktober 1838 wurde B. von dem Lieferanten der ersten Dampfwagen für die Braunschweiger Bahn, der Vauxhall foundry von Forrester in Liverpool für die genannte Staatsbahn engagiert, um die neuen unbekannten Dampffuhrwerke zu montieren und deutsche Mechaniker in der Führung derselben zu instruieren. Ein alter englischer Legionär diente ihm als Dolmetscher, bis es ihm gelang sich in der deutschen Sprache verständlich zu machen. 1842 unternahm B. den Bau der noch jetzt vorhandenen Lokomotive „Braunschweig“, wohl der ersten, die auf dem Kontinente, und zwar mit den unvollkommensten Werkzeugen erbaut wurde. 1847 wurde B. in Anerkennung seiner hingebenden Thätigkeit zum Maschinenmeister ernannt, und wuchs sein Wirkungskreis im Verhältnis zur Ausdehnung des braunschweigischen Bahnnetzes. Er starb wenige Tage vor dem Zeitpunkt, an dem er sich von seinem Posten zurückziehen wollte.

Bliesthalbahn, s. Pfälzische Eisenbahnen.

Blindbahn, im Gegensatz zu Fahrbahn, der für die Anlage eines Gleises bestimmte Unterbaukörper, insolange dieses Gleis nicht ausgeführt ist; z. B. bei einer im Unterbau doppelspurig, im Oberbau einspurig ausgeführten Eisenbahn, der neben der Fahrbahn liegende Unterbaustreifen ohne Gleis.

Blitzableiter (*Lightning-conductors; Paratonnerres*, m. pl.), Vorrichtungen zum Schutz von Gebäuden gegen Blitzgefahr. Die B. haben den Zweck, einerseits einer über ein Gebäude hinziehenden Gewitterwolke soviel als möglich Elektricität ohne Funkenentladung zu entziehen und hierdurch das Einschlagen entweder ganz zu verhindern oder dasselbe wenigstens bedeutend abzuschwächen, andererseits wenn trotz dieser teilweisen Entladung ein Einschlagen dennoch eintritt, die Entladung vollständig, d. h. ohne Gefahr für das Gebäude in die Erde abzuführen.

Man unterscheidet bei den B. drei Hauptteile: die Auffangstange, die Ableitung und die Erd- oder Bodenleitung.

Die Auffangstange ist eine nach oben konisch oder pyramidal verjüngte, in die sogenannte Fangspitze endigende Metallstange. Dieselbe wird, wenn sie einen kreisförmigen Querschnitt hat, mittels eingeschraubter Halsringe am Dachgehölz befestigt; bei quadratischem Querschnitt teilt sich das Fußende gewöhnlich in zwei im Winkel des Daches auseinanderlaufende Schenkel, welche am First, bezw. an den Sparren mit Bolzenschrauben festgemacht werden, oder es kann die Fußgabel aus zwei besonderen Metallbändern hergestellt und mit der Auffangstange verschraubt, sowie vernietet sein. An der Stelle, wo letztere über das Dach hervortritt, muß sie in allen Fällen zur Abhaltung der Niederschläge mit einem vortretenden Blechrand, einem Trichter oder Sattel aus Kupfer oder Blei versehen werden. Schornsteine sollen wegen der Leitungsfähigkeit des Rußes stets mit B. versehen sein. Sie erhalten in der Regel nur ganz kurze Auffangstangen mit Fangspitze, die man auf der gußeisernen Abdachplatte oder einem eisernen Abschlußring des Schornsteins durch ein zwei- oder dreischenkeliges Fußeisen befestigt.

Die Fangspitze ist, weil sie vor Oxydation bewahrt bleiben soll, ein mit der Stange verschraubter und hartverlöteter Kegel aus Kupfer und vergoldet oder aus Silber oder Platina, eventuell aus mit Platina überzogenem Kupfer. Neuerer Zeit hat sich Bein in Laibach Fangspitzen patentieren lassen, welche aus einer Legierung von Gußeisen und Graphit bestehen, sehr billig sind und für ebenso sicher und dauerhaft gelten, als die aus halb- oder ganzedlen Metallen hergestellten. Nach der von der Pariser Akademie (1823, 1854 und 1855) für die Anlage von B. aufgestellten Instruktion soll die Fangspitze mindestens 20 cm lang und 2 cm dick sein. Nach den „Mitteilungen und Ratschlägen“, herausgegeben vom elektrotechnischen Verein in Berlin (Springers Verlag, Berlin 1886), ist die Höhe einer Auffangstange auf 2—4 m zu bemessen und werden eigene Fangspitzen für entbehrlich gehalten. Der Halbmesser des Schutzkreises, d. i. des Umkreises, innerhalb dessen eine Auffangstange, vom Fußpunkt derselben aus gerechnet, Schutz gewährt, beträgt nach der Charles'schen Regel die doppelte Länge

der Auffangstange. Die zum Schutz eines Gebäudes erforderliche Anzahl von B. ergiebt sich beispielsweise aus den einfachen Formeln: $a = 2h$ und $n = \frac{l}{a}$, wenn a den Abstand zweier B., h die Höhe der Auffangstangen, n die Anzahl solcher und l die Länge des zu schützenden Gebäudes bezeichnet. (Ist z. B. $l = 30$ m, die Höhe der Auffangstange = 3 m, so ist $a = 6$ m und $n = 5$ Stück.) Wenn der B. sich nicht auf dem zu schützenden Gebäude selbst, sondern auf einem nebenstehenden höheren Objekt befindet, so ist es ebenso wie bei besonders feuergefährlichen Gebäuden ratsam, den Schutzradius nur gleich der Höhe des B. anzunehmen. Desgleichen empfiehlt es sich für Lokalitäten, in welchen Explosivstoffe verwahrt werden, die B. nicht auf dem Gebäude, sondern 2—3 m daneben auf Masten anzubringen.

Die Ableitung hat die Auffangstangen untereinander, sowie mit allen am Gebäudeäußeren etwa vorhandenen größeren Metallkonstruktionen, als: Blechdächer, Dachrinnen, Schließen, Traversen, Geländer u. dgl., und endlich mit der Erdleitung zu verbinden. Die Leitungsschiene oder das Leitungsseil wird am Fußende der Auffangstangen gewöhnlich mittels eines sogenannten Halsbands befestigt und über den First und das Dach auf gabelförmigen oder Ösen tragenden, häufig auch mit isolierenden Einsätzen aus Glas oder Porzellan versehenen Stutzen (Bankeisen) hinweggeführt und in gleicher Weise längs der Mauer nach abwärts geleitet, wobei überall scharfe Biegungen sorgfältig vermieden werden müssen. Die Verbindung zweier Leitungsschienen geschieht entweder durch Aufeinanderlegen und Vernieten der Flachschienenenden, oder bei Quadrateisen durch Überplatten und Vernieten, wobei es sich empfiehlt, zwischen die blankgemachten Berührungsflächen vor dem Vernieten ein Bleiblech zwischenzulegen. Bei Leitungsseilen werden die Enden einander entgegen in ein circa 12 cm langes Kupferrohr eingeführt und als Ganzes verlötet. Am empfehlenswertesten sind zur Ableitung massive Kupferdrähte oder Kupferdrahtseile, ebenso sind Leitungen aus Rund-, Flach- oder Quadrateisen, insbesondere verzinkt, zulässig; weniger sicher sind Seile aus Eisendraht, als ganz unzuverlässig aber dürfen solche aus Messingdraht und ebenso Ableitungen von ganz dünnen Eisenblechstreifen gelten. Die obengedachte Pariser Instruktion schreibt für die eisernen Ableitungen den Querschnitt von 2,25 cm² vor, was dem Gewicht nach etwa 1,75 kg pro Meter ausmacht. Eine badische Instruktion für die Ausführung von B. gestattet für 10—15 m hohe Gebäude eine Eisenleitung im Gewicht von 1 kg pro Meter, für ganz niedrige hölzerne Häuser und Hütten auch Eisendrähte von nur 0,75—0,5 kg pro Meter. Kupferne Leitungen können in Anbetracht des geringeren Widerstands etwa mit dem Querschnitt von 0,5 cm², d. i. mit 350 g pro Meter, in allen Fällen für genügend angesehen werden. Ist die Ableitung nicht von Kupfer oder verzinktem Eisen, so muß sie durchwegs — die Auffangstange mitgerechnet — bis zur Auffangspitze mit einer guten, haltbaren Ölfarbe angestrichen werden. In der Regel sollen je zwei Auffangstangen eine Ableitung erhalten; für drei Auffangstangen empfehlen sich zwei Ableitungen. Immer soll die Ableitung den möglichst kürzesten Weg gehen; erfordert die Konfiguration des Gebäudes Umwege, so erscheint es geboten, den Querschnitt der Ableitung größer, als derselbe sonst zulässig ist, zu wählen. Nach der vorerwähnten Instruktion des Berliner elektrotechnischen Vereins sollen verzweigte kupferne Leitungen von kreisförmigem Querschnitt mindestens 0,6 cm, unverzweigte 0,8 cm Durchmesser, verzweigte eiserne mindestens 0,8 cm, unverzweigte 1,0 cm Durchmesser erhalten. Immerhin erscheint es im Interesse der möglichsten Verminderung der Blitzgefahr ratsam, stets die stärkeren Dimensionen zu verwenden und überhaupt die ganzen Anlagen in möglichst solider Weise auszuführen.

Die Erd- oder Bodenleitung bildet die unterirdische Fortsetzung der Ableitung und hat die leitende Verbindung der letzteren mit dem Erdkörper herzustellen, zu welchem Ende sie metallisch bis in die Tiefe des Grundwasserniveaus geführt sein soll. (Näheres darüber s. unter Erdleitung.)

Sowohl bei der Errichtung einer Blitzableiteranlage, als bei jeder daran vorgenommenen Änderung, sowie regelmäßig alljährlich soll der B. einer sorgfältigen Prüfung unterzogen werden, wobei nicht nur der äußere gute Zustand aller Teile und Verbindungen, nämlich ihres Anstrichs, ihrer Befestigung u. s. w., genau geprüft, sondern insbesondere auch festzustellen ist, ob die Leitung von der Auffangstange bis zur Erde vollständig intakt ist. Zu der letztgedachten wichtigen Untersuchung bedient man sich einer isolierten Drahtleitung, die einerseits an die Windungen eines gewöhnlichen Galvanoskops geführt ist, das weiters durch ein Drahtstück mit dem Pol eines beliebigen galvanischen Elements in Verbindung steht, dessen zweiter Pol mit einer improvisierten Erdleitung verbunden wurde; das freie Ende des Untersuchungsdrahts wird nun nacheinander an die einzelnen Auffangspitzen der gesamten Blitzableiteranlage gelegt und muß dann jedesmal die Galvanoskopnadel einen Ausschlag zeigen, wenn die Anlage in Ordnung ist; andernfalls läßt sich dadurch, daß man den Versuchsdraht wiederholt an immer tiefere Punkte der Leitung anlegt, eine Unterbrechungsstelle leicht eingrenzen (s. Kohr, Handbuch der angewandten Elektricitätslehre; ferner v. Waltenhofen und Karmarsch & Heerens Technisches Wörterbuch, Prag 1877, 3. Auflage, 1. Bd., S. 641). Über B. für Telegraphenleitungen und -Apparate, s. Näheres bei Blitzschutzvorrichtungen. Kohlfürst.

Blitzplatten, s. Blitzschutzvorrichtungen.

Blitzschutzvorrichtungen für elektrische Anlagen bezwecken, die in die Telegrapenleitung übergetretene atmosphärische Elektricität und die durch die Influenzwirkung elektrischer Wolken in der Leitung erregten Ströme, welche zumeist eine die Apparate gefährdende Spannung erreichen, unschädlich zu machen. Der Umstand, daß die für den Telegraphen- und Signalbetrieb verwendeten Ströme vermöge ihrer geringen Spannung auch nicht die geringste Unterbrechung zu überspringen vermögen, während die atmosphärische Elektricität leicht auf andere Leiter überspringt, insbesondere wenn diese mit der Erde verbunden sind, giebt die

Hauptunterlage für die Konstruktion der B. Das Überspringen kann durch Spitzen, Schneiden, Platten, durch Luftleere etc. gefördert werden. Als die einfachste der bei den elektrischen Eisenbahneinrichtungen gebräuchlichen B. darf eine Messingschiene angesehen werden, welche auf die beiden Zuführungsklemmen eines Apparats so gelegt wird, daß sie mit der einen Klemme metallisch verbunden, von der zweiten jedoch durch eine dünne Zwischenlage von Seide, feiner Wachsleinwand oder Kautschukpapier oder dergleichen isoliert ist. Während der galvanische Strom seinen Weg von Klemme zu Klemme durch die dazwischen liegenden Elektromagnetspulen nimmt, durchschlägt ein hochgespannter Strom, den langen Weg vermeidend, die Isolierschichte und nimmt den kurzen Weg über die Messingschiene.

Am verbreitetsten sind derzeit die sogenannten Blitzplatten, bestehend aus zwei oder mehreren circa 16—20 cm langen, 1—1,5 cm dicken und 6—10 cm breiten Gußeisenplatten, die auf einer doppelt, bezw. mehrfach so großen, ähnlichen dritten, etwa mit Füßen versehenen oder in einem Gestell liegenden Platte aufliegen, von derselben aber durch zwischengelegte Glimmer-, Elfenbein-, Ebonit-, Hartgummiblättchen oder dergleichen isoliert sind. Die oberen Platten (Luftlamellen oder Linienplatten) werden einerseits mit den Telegraphenleitungen, andererseits mit den Apparaten verbunden, während an der unteren Platte die Erdleitung anschließt; die ersteren sind gegen seitliche Verschiebungen auf letzterer durch isolierte Stifte geschützt und in der Regel mit Holzgriffen versehen, damit man sie leicht und ungefährdet von der Erdplatte abheben kann. Siemens & Halske liefern solche B. in verschiedenen Formen, darunter in einer, welche die gleichzeitige Ausnützung der B. als Linienwechsel (s. d.) ermöglicht.

Sehr häufig findet man die von Bréquet zuerst eingeführte B. Dieselbe besteht aus drei Messinglamellen, welche einander ihre sägeartig ausgeschnittenen Seiten zukehren und auf eine isolierende Unterlage aus Ebonit oder trockenem Holz aufgeschraubt sind; die äußeren stehen gleich den Luftlamellen der Blitzplatten mit den Linien und den Apparaten in Verbindung, wogegen die mittlere wieder mit der Erdleitung verbunden ist. In Deutschland werden diese Art B. allgemein bei den Läutesäulen und Läutebuden verwendet, ebenso in Österreich-Ungarn vor den Wächterhäusern und Läutewerken und zum Schutz der elektrischen Distanzsignale. Mitunter macht man an Stelle der Zacken bloß scharfe Schneiden. Die auf den französischen Bahnen vorwiegend gebräuchlichen B. dienen auch zugleich als Umschalter und enthalten außer den sägeförmig gezahnten Messinglamellen noch einen sehr dünnen Eisendraht, welchen die Luftelektricität abschmelzen soll, um sich selbst den Weg nach den Apparaten abzubrechen. Jede solche Abschmelzung unterbricht natürlich den ganzen Schließungskreis und stört den Betrieb. Den letzteren Übelstand vermeidet die Bein'sche B., welche neuerer Zeit Anwendung findet und im wesentlichen aus einer Gabel besteht, zwischen deren Zinken parallel übereinander mehrere dünne Neusilberdrähte gespannt sind. Auf dem obersten dieser Drähte ruht das vordere Ende eines Messingarms, der rückwärts um eine Drehachse beweglich ist. Da die Gabel mit den Apparaten und der besagte Hebel mit der Telegraphenleitung verbunden ist, muß ein aus der Leitung kommender atmosphärischer Strom den Neusilberdraht passieren, wobei dieser abgeschmolzen wird. Eine Betriebsstörung tritt jedoch nicht ein, weil der Messingarm vermöge seines Übergewichts auf den nächst tieferen Neusilberdraht in der Gabel herabfällt, dort den normalen Stromweg wieder herstellend.

Anderweitige Konstruktionen sind bei Eisenbahnen seltener vertreten, wie z. B. die Matzenauer'sche B., bei welcher sich gegen einen mit Seide überzogenen, zur Erde verbundenen Messingcylinder zwei Federn pressen, die gleich den „Luftlamellen" mit der Leitung und den zu schützenden Apparatspulen verbunden sind. Der atmosphärische Strom geht von den Federn, die Seide durchschlagend, zur Erde. Nach jedem solchen Fall kann der Cylinder ein wenig gedreht werden, damit wieder frische Seide unter die Federn kommt; erst wenn der ganze Umfang des Cylinders durchschlagen oder verbrannt ist, muß der Seidenüberzug erneuert werden.

Sogenannte Blitzstege findet man bei der Buschtěhrader Bahn; zwei Messingcylinder, welche mit einem Gemenge von Holzkohlen und Magnesia gefüllt werden, sind mit ihren Platinspitzen einander zugekehrt und etwa 0,5—1 mm voneinander entfernt in eine Glasröhre eingesetzt. Die eine Spitze ist mit der Leitung und den Apparaten, die zweite mit der Erde metallisch verbunden. Die atmosphärische Entladung springt von Spitze zu Spitze über, um zur Erde zu gelangen, macht dabei das zwischen den Spitzen befindliche Gemenge glühend und gutleitend, so daß nachfolgende Induktionsströme, die keine genügende Spannung hätten, um überzuspringen, aber doch genug, um den feinen Elektromagnetspulendrähten verderblich zu werden, einen Nebenweg zur Erde finden. Die Erkaltung des Gemenges erfolgt sehr rasch und dasselbe ist dann wieder so schlechtleitend, daß es gewöhnlichen Telegraphierströmen keine Ableitung gestattet.

Zur größeren Sicherung der Leitungen und Apparate kann es zweckmäßig oder notwendig sein, auch außerhalb der Stationen auf den Telegraphensäulen B. anzubringen. Diese können entweder eine Anordnung finden ähnlich den gewöhnlichen Blitzableitern (s. d.), oder sie bestehen aus Metallbändern oder Drahtseilen, welche unten in die feuchte Erde eingegraben sind und oben gabelförmig in zwei Spitzen endigen, welchen zwei andere Spitzen einer am Telegraphendraht befestigten eisernen Gabel sehr nahe gegenüberstehen. Die in der deutschen Reichsverwaltung derzeit benutzten Stangenblitzschutzvorrichtungen bestehen aus einer Messinghülse, die nach Art eines Isolatorenträgers mittels einer Schraube an der Stange befestigt und durch ein hinabgehendes Seil aus zwei 5 mm starken Eisendrähten mit der Erde leitend verbunden wird. In die Messinghülse ist ein Doppelglockenisolator aus Hartgummi eingekittet, der in der Mitte ein Loch hat, durch welches ein Messingstift gesteckt wird, auf welchen oben eine kreisförmig geriefte Messingscheibe gesetzt ist. Diese Scheibe steht der gleichfalls gerieften Innenseite des Hülsendeckels genau gegenüber (auf 0,25—0,5 mm). An dem vorbesagten Stift ist mittels einer

Klemmschraube die vorbeigehende Leitung angeschlossen; eine in dieselbe gelangende atmosphärische Entladung kann sonach den Weg über den Stift nehmen und von dessen Endscheibe auf den Hülsendeckel überspringend, durch das Drahtseil den Weg zur Erde finden. Diese Form der B. wird am häufigsten an Stellen verwendet, wo blanke oberirdische Leitungen in Kabel übergehen und umgekehrt. An diesen Stellen, wo in allen Fällen B. eingeschaltet werden müssen, finden übrigens auch sämtliche der früher besprochenen Formen Anwendung. Selbstverständlich muß hierbei in betreff der Anbringung und äußeren Gestaltung den üblen Einflüssen, welchen die B. im Freien ausgesetzt sind, entsprechend Rechnung getragen sein. V. u. a. Zetsche, Handbuch der Telegraphie, IV. B., 1881; v. Urbanitzky, Die Blitzableiter und Blitzschutzvorrichtungen, Wien 1885. Kohlfürst.

Blitzstege, s. Blitzschutzvorrichtungen.

Blitzzüge (*Grands express européens, Trains rapides*, pl.) im engeren Sinn sind die von der internationalen Schlafwagengesellschaft zur Einführung gebrachten Luxuszüge, welche die direkte Verbindung zwischen den größeren Hauptstädten Europas vermitteln sollen. In erster Linie ist als B. der sogenannte Orientexpreßzug anzusehen, welcher am 5. Juni 1883 von Paris über München, Wien, Pest nach Konstantinopel in Verkehr gesetzt wurde (Fahrzeit 78 Stunden). B. wurden ferner eingerichtet: zwischen Petersburg und Paris, zwischen Moskau-Petersburg-Berlin-Paris, zwischen (London)-Paris-Ventimiglia (Mediterranée-Expreß), von (London)-Paris-Marseille-Nizza-Genua nach Rom, von Paris nach Brüssel, dann Paris-Lissabon (Südexpreß), Paris-Luchon (Pyrénées-Expreß), Paris-Calais (London) (Clubtrain). Die B. sind aus eigens konstruierten Salon-, resp. Schlafwagen und einem Restaurationswagen samt Küche zusammengestellt. Sämtliche Wagen der B. sind mit über den Buffern liegenden, mit Geländern versehenen und durch Jalousien geschützten Plattformen versehen, so daß die Passagiere von einem Ende des Zugs zum andern und von jedem Platz direkt in den Restaurationswagen gelangen können, ohne den Zug während der Reise verlassen zu müssen. Der Hauptzweck der Blitzzüge ist, eine Ersparnis von 20 bis 30 % der gegenwärtig für größere Reisen gebrauchten Zeit herbeizuführen; dies wird dadurch erreicht, daß aller Aufenthalt auf den Stationen mit Ausnahme der notwendigen Zeit zum Auswechseln der Maschinen vermieden wird. Auf das Einnehmen von Mahlzeiten in den Stationen und die hierzu nötigen Aufenthalte wird keine Rücksicht genommen, nachdem sich, wie bereits erwähnt, ein Restaurationswagen im Zug befindet. Der für die Zollrevision an der Grenze fremder Länder notwendige längere Aufenthalt ist gleichfalls vermieden, indem die Durchsuchung des Gepäcks während der Fahrt von einer Station zur andern vorgenommen wird. Auf der russischen Grenze braucht trotz der größeren Spurweite der russischen Eisenbahnschienen ein Umsteigen nicht stattzufinden, da die Wagen derart gebaut sind, daß die Räder mittels einer sinnreichen Vorrichtung der russischen Spurweite in kürzester Zeit angepaßt werden können.

Als B. im weiteren Sinn gelten direkte Expreßzüge mit großer Fahrgeschwindigkeit überhaupt, so die sogenannten Jagdzüge in Deutschland zwischen Berlin und den Städten Köln, Frankfurt a. M., Hamburg und München, in Österreich die Expreßzüge Wien-Dresden-Berlin und Wien-Pest (Bukarest), in Italien die *Treni direttissimi* (Rom-Mailand u. a.); in Frankreich die Züge Paris-Havre u. a.; in England die sogenannten *Limited* und *Pullmann-trains* u. s. w.

Hinsichtlich der Fahrgeschwindigkeit der B. s. Fahrgeschwindigkeit. Dr. Ziffer.

Blockeinrichtungen, jene Anlagen, welche hauptsächlich zur Sicherung und Regelung des Zugsverkehrs auf offener Strecke (Fahren in Raumdistanz), sowie zur Sicherung der Fahrten über Weichenstraßen auf Bahnhöfen und an Abzweigungen, über Drehbrücken u. s. w. dienen.

Durch die bei diesen Einrichtungen verwendeten Apparate (Blockapparate, Fernsperrwerke) werden die Bewegungsvorrichtungen von sichtbaren oder hörbaren Signalen, mittels welchen das Zugspersonal über die gestattete oder verbotene Weiterfahrt verständigt wird, sowie auch die Bewegungsvorrichtungen von Weichen, Drehbrücken u. dgl. mechanisch gesperrt und von einer entfernt gelegenen Stelle aus so abhängig gemacht, daß das Zeichen zur Weiterfahrt mittels der Signale nur dann gegeben, bezw. die Umstellung der Weichen, Drehbrücken u. s. w. nur dann vorgenommen werden kann, wenn von dieser Stelle aus die mechanische Sperrung aufgehoben wurde (die Auslösung, Freigabe erfolgte).

Im Fall die Auslösung (die Freigabe) selbstthätig durch die Einwirkung des Zugs erfolgt, nennt man die Blockapparate automatische.

Um das Zusammentreffen von Zügen auf offener Strecke zu vermeiden, darf die Aufeinanderfolge derselben nur in gewissen Zeitintervallen oder in räumlichen Abschnitten (Raumdistanz) geschehen. Letztere Anordnung bietet die größte Sicherheit, während bei ersterer die Gefahr des Zusammentreffens, im Fall der vorangefahrene Zug zu langsam fährt oder liegen bleibt, nicht ganz vermieden werden kann.

Die ideale Anordnung für das Fahren in Raumdistanz würde darin bestehen, daß sich einem Zug ein zweiter an allen Punkten der Strecke nur auf einen stets gleich bleibenden Abstand nähern kann. Nachdem dieses Ideal jedoch nicht zu erreichen ist, wird, wenn die Entfernung, in welcher sich die einzelnen Züge folgen sollen, kleiner ist als die Stationsdistanz, die Strecke zwischen den Stationen in Abschnitte geteilt.

Diese räumlichen Abschnitte werden dem Zugspersonal entweder durch optische, am Anfang jedes Blockabschnitts aufgestellte Signale, oder durch akustische Signale, welche auf der Zugsmaschine angebracht sind, gekennzeichnet.

Die B. dienen nun dazu, diese Signale gegenseitig derartig in Abhängigkeit zu bringen, daß das Zeichen „Erlaubte Fahrt“ (frei!) einem Zug nur dann erteilt werden kann, wenn vorher das in der Zugrichtung vorausliegende Signal in der Stellung „Verbot der Fahrt“ (halt!) nach einem Zug verschlossen, bezw. der Blockabschnitt gesperrt wurde.

So kann z. B. in einer Strecke zwischen zwei Stationen A und B, welche wegen rascherer Aufeinanderfolge der Züge durch die optischen Signale 1—5 in fünf Abschnitte (Blockstrecken,

Blockabschnitte) geteilt ist (Fig. 219), das Signal 1, welches nach einem aus der Station A ausgefahrenen Zug in der Haltstellung verschlossen wurde, nur dann wieder auf „Erlaubte Fahrt“ (frei!) gestellt werden, wenn das Signal 2 nach dem vorübergefahrenen Zug in der Stellung „Verbot der Fahrt“ verschlossen wurde.

Das Signal 2 kann erst dann wieder auf „Erlaubte Fahrt“ gestellt werden, wenn das Signal 3 nach dem Zug in der Stellung „Verbot der Fahrt“ verschlossen wurde u. s. w.

Das Signal 5 endlich kann nur dann für die Einfahrt des Zugs in die Station B in die Stellung „Erlaubte Einfahrt“ gebracht werden,

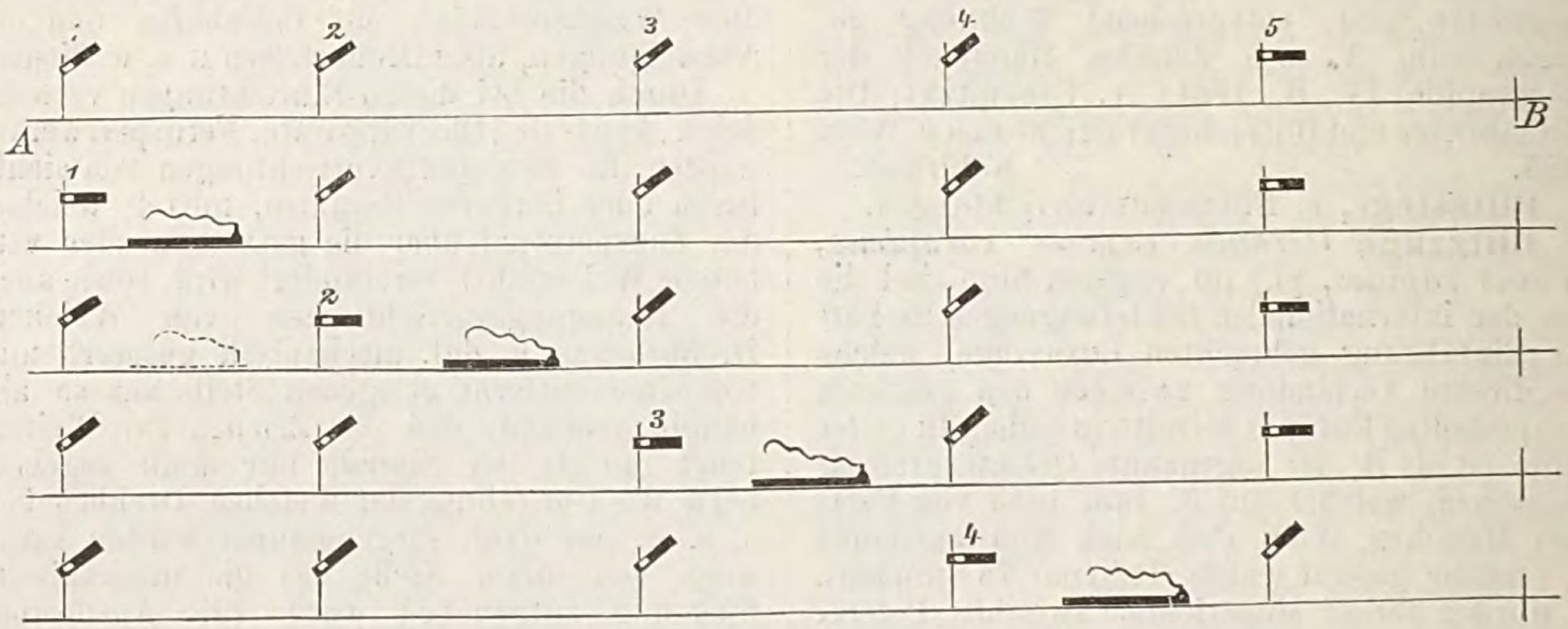


Fig. 219.

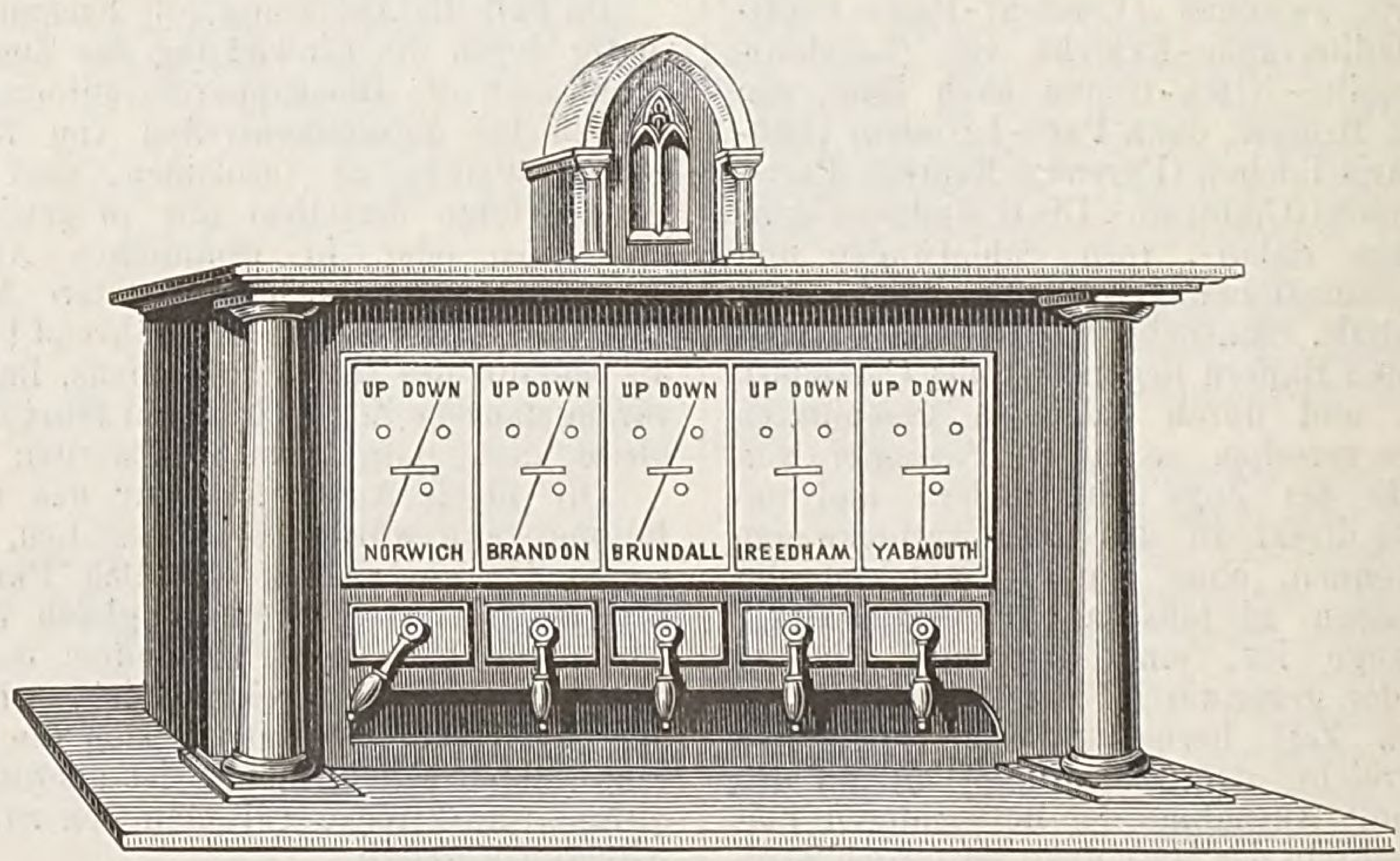


Fig. 220.

wenn die Station B. hierzu die Erlaubnis erteilt hat.

Mitunter sind die Signale so gegenseitig abhängig gemacht, daß das Signal 1 erst frei wird, wenn der eingefahrene Zug das Signal 3 passiert hat, das Signal 2, wenn der Zug das Signal 4 passiert hat u. s. w., so daß zwischen zwei Folgezügen immer ein Blockabschnitt frei bleibt.

Die Streckenblockeinrichtungen werden entweder so betrieben, daß in einen von einem Zug noch besetzten Abschnitt unter keinen Umständen (Hilfszüge ausgenommen) ein Folgezug eingelassen wird — absolutes Blocksystem, oder es wird unter Vornahme gewisser Vorsichtsmaßregeln die Einfahrt eines Folgezugs in den besetzten Abschnitt gestattet — Permissiv-Blocksystem. Erstere Anordnung, welche bezüglich der Sicherheit unbedingt vorzuziehen ist, wird in England, Deutschland und Österreich, letztere Anordnung auch in Frankreich angewendet.

Die Blocksignale stehen entweder normal auf „Freie Fahrt“ und werden nur zur Deckung eines Zugs in der betreffenden Blockstrecke auf „Halt“ gestellt oder die Blocksignale stehen normal auf „Halt“ und werden nur für das Einlassen eines Zugs in den Blockabschnitt auf „Freie Fahrt“ gestellt. In beiden Fällen wird die Kontrolle über die Bedienung der Signale von der Abgangsstation geübt, da bei unterlassener Verschließung eines Signals das Ausfahrtssignal, bezw. der Ausfahrtsblock verschlossen bleibt. Die Sicherheit ist in beiden Fällen die gleiche.

Auf französischen Bahnen ist außer dem Blocksignal noch je ein Vorsignal angeordnet, welches auch bei der Haltstellung unter Anwendung besonderer Vorsichtsmaßregeln überfahren werden darf. Das unbedingte Haltsignal wird durch das eigentliche Blocksignal gegeben.

Die Stellung der Signale, sowie deren Verschließung und Freigabe mittels der B. erfolgt entweder durch die in der Nähe derselben postierten Wärter (Blockwärter)

oder — bei automatischen Einrichtungen — durch Laufwerke und Kontaktvorrichtungen, deren Bethätigung durch den fahrenden Zug erfolgt.

Bei Anlagen zur Sicherung der Ein- und Ausfahrten in Stationen, bei welchen die Weichen mit sichtbaren Signalen so in Abhängigkeit gebracht sind, daß dem Zug mittels der letzteren das Fahrsignal („Erlaubte Fahrt“, Frei!) nur dann gegeben werden kann, wenn vorher die Weichen für die bestimmte Fahrstraße richtig gestellt und in dieser Stellung verschlossen wurden, wird durch die B. die Oberleitung über den Verkehr auf dem ganzen Bahnhof in eine Hand gelegt, so daß die einzelnen bei den Weichengruppen postierten Signal- und Weichensteller dem Zug nur diejenige Fahrstraße öffnen können, welche vom Bahnhofsvorstand (dem diensthabenden Verkehrsbeamten) bestimmt wurde.

In gleicher Weise werden auch die Fahrten an Bahnabzweigungen auf offener Strecke nach den Verfügungen der nächstliegenden Station geregelt.

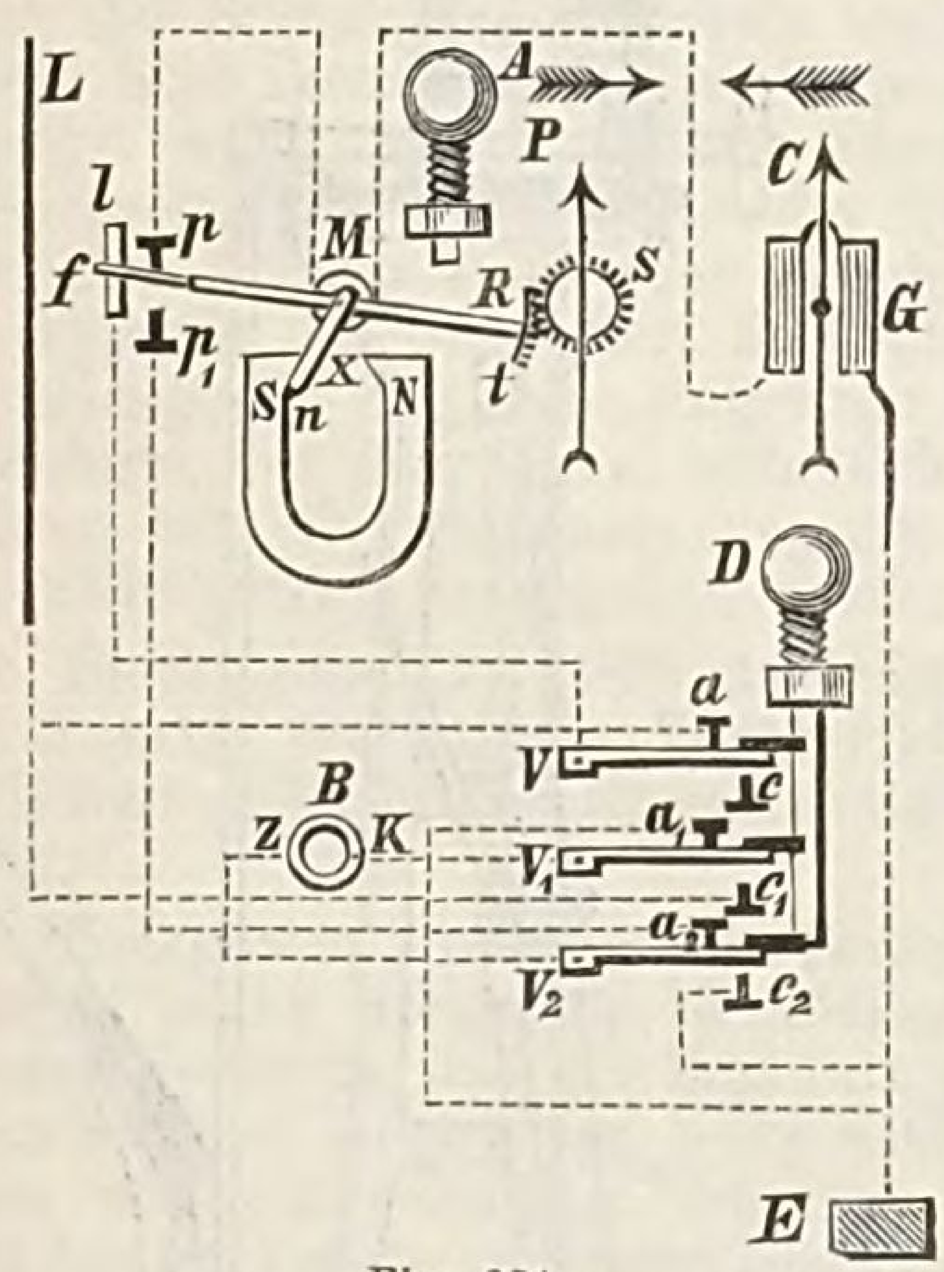


Fig. 221.

Bei den älteren B., welche nur zur Zugsdeckung auf offener Strecke bestimmt waren, fehlte der thatsächliche mechanische Verschluß der Signale (Bahnzustands-, bezw. Blocksignale), so daß diese noch unvollkommenen Einrichtungen nur zur Verständigung der Wärterposten untereinander dienten.

Der älteste derartige Blockapparat wurde von Will. Fothergill Cooke 1844 konstruiert und auf der Norwich-Yarmouth-Section der Great Eastern Railway ausgeführt (Fig. 220).

Derselbe ist dem von Cooke erfundenen Nadeltelegraphen ähnlich und besteht aus einem Multiplikator und einem Umschalter, durch welchen man den von einer elektrischen Batterie ausgehenden Strom in der einen oder der andern Richtung durch die Leitung senden und somit eine Abweichung der Nadel nach links oder rechts erzielen konnte. Die nach links ausschlagende Nadel bedeutete „Strecke frei“, jene nach rechts „Strecke besetzt“.

Dem Zug wurde das betreffende Zeichen durch ein an dem Gleis aufgestelltes Armsignal (Semaphor) erteilt.

Die Verständigung der Wärter über den Zugsverkehr erfolgte durch Nadeltelegraphen.

Der gleiche Zweck wurde durch Morse-Schreibapparate erreicht, auf welchen von Wärterposten zu Wärterposten bestimmte Zugsdepeschen gegeben wurden, nach welchen die Stellung des Armsignals vom Wärter erfolgte.

Bei dem von Regnault auf der französischen Südbahn 1847 angewendeten, dem Cooke'schen ähnlichen Blockapparat (Fig. 221) bedeutete die senkrecht stehende Nadel „Strecke frei“. Der Ausschlag nach links oder rechts zeigte die Richtung des fahrenden Zugs an.

Ähnlich war auch der Apparat von Clark.

Walker führte 1852 elektrische Glocken ein, mittels welchen die in Sicht kommenden Züge durch zwei oder drei Schläge gemeldet wurden und erst nach erfolgter Quittierung in die nächste Sektion einfahren durften. (Auf der South-Eastern-Railway noch bestehend.)

Später wurde der Apparat durch Anordnung eines kleinen Armsignals am Apparat ergänzt,

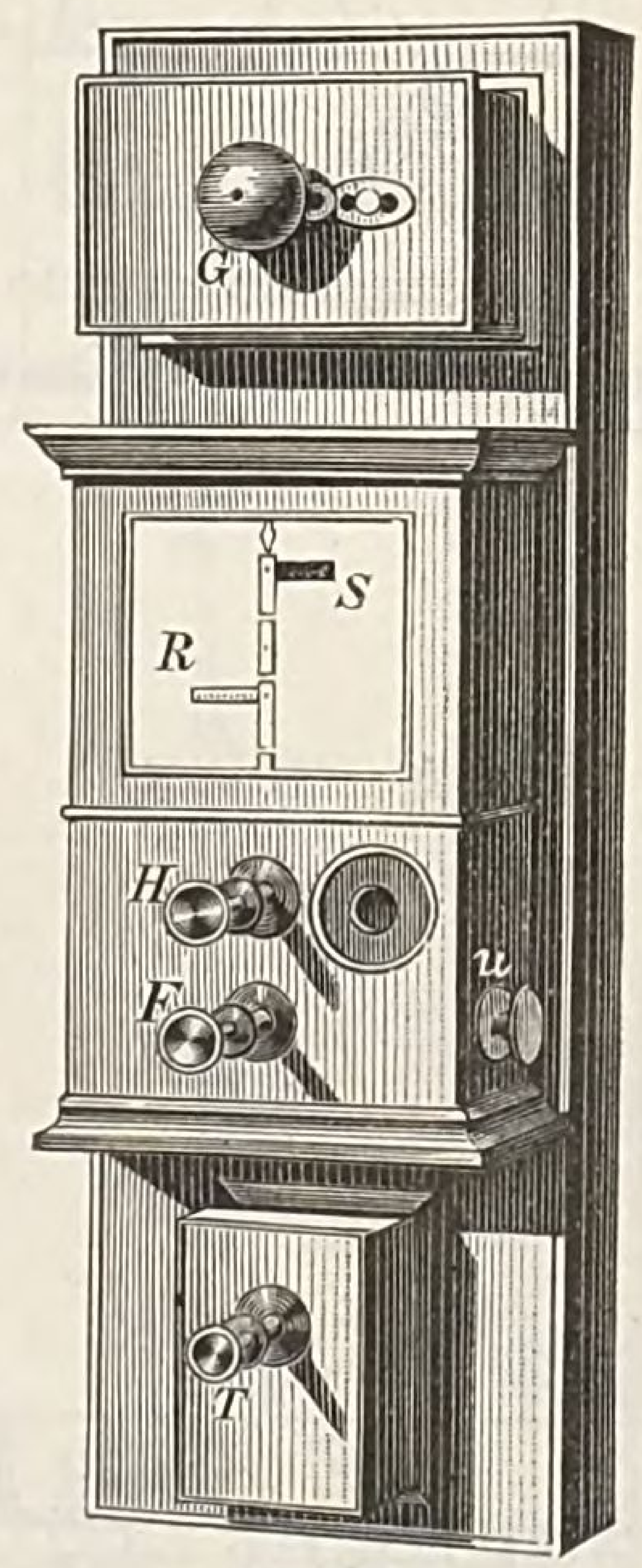


Fig. 222.

mit welchem die Zeichen „Halt“ durch Horizontalstellung, „Fahrt erlaubt“ durch Stellung des Arms auf 45° nach abwärts gegeben wurden.

Diese Zeichen konnten nur vom Nachbarsignalposten gegeben werden und wurde bei der Abgabe zugleich ein zweiter Arm mitbewegt, welcher zur Kontrolle der gegebenen Zeichen diente.

C. H. Highton hat auf der Great Western-Bahn einen, dem Bain'schen Indikator ähnlichen Blockapparat ausgeführt, der mittels dauernder, aber ungleich gerichteter Ströme entweder die Aufschrift „Train on Line“ oder „Line clair“ sichtbar machte.

Spagnoletti verbesserte das System durch Anordnung einer Sperre, welche die Benutzung des eigenen Stromsenders solange verwehrte, als vom Nachbarposten das Signal „Train on Line“ bestand.

Tyer hat 1852 einen dem Walker'schen ähnlichen Blockapparat (Fig. 222) konstruiert, der

einen optischen Zeigerapparat nebst Glockensignalen enthielt.

Den früher verwendeten Zeigern wurde später die Form kleiner Armsignale gegeben.

Preece, welcher den Zeigern zuerst die Form der Armsignale gab, traf die Anordnung, daß das akustische Signal erst durch einen von der Nachbarstation ankommenden Strom, dessen Richtung durch die thatsächliche Lage des optischen Signalapparats der Nachbarstation bedingt ist, erteilt wird.

Erst im Jahr 1877 wurde von Hodgson ein Blockapparat konstruiert, welcher mit den Bahnzustandssignalen in mechanischer Abhängigkeit steht.

Der Blockapparat (Fig. 223, 224) befindet sich in einem Kästchen, welches auf dem Signalstellwerk (in Stationen und an Abzweigungen auf dem Weichen- und Signalstellwerk) befestigt ist.

An der Vorderseite des Kästchens sind kleine Armsignale als optische Kontrollzeichen sichtbar, deren Arme horizontal (Halt, Zug auf der Linie) oder 45° nach abwärts (frei) gestellt werden können.

Unter dem Armsignal befindet sich ein Schuber mit Druckknopf, welcher nach links und rechts verschiebbar ist, ferner eine Handklinke, welche mittels eines Gestänges mit dem Signalstellhebel oder — bei centraler Weichenstellung — mit der Verrieglungsvorrichtung des Stellwerks in Verbindung steht. Für jede Zugsrichtung ist ein Apparat erforderlich.

Zur Freigabe eines Blockabschnitts (1—2, Fig. 219) muß der am Ende desselben befindliche Blockposten (2) die Handklinke H von links nach rechts drehen, wodurch der Signalhebel seines eigenen Apparats in jener Lage verriegelt wird, bei welcher das Signal „Halt" zeigt; er ist daher gezwungen, um den Blockabschnitt 1—2 freizugeben, zuerst den Blockabschnitt 2—3 zu verschließen; hierauf erst kann der Schieberknopf E

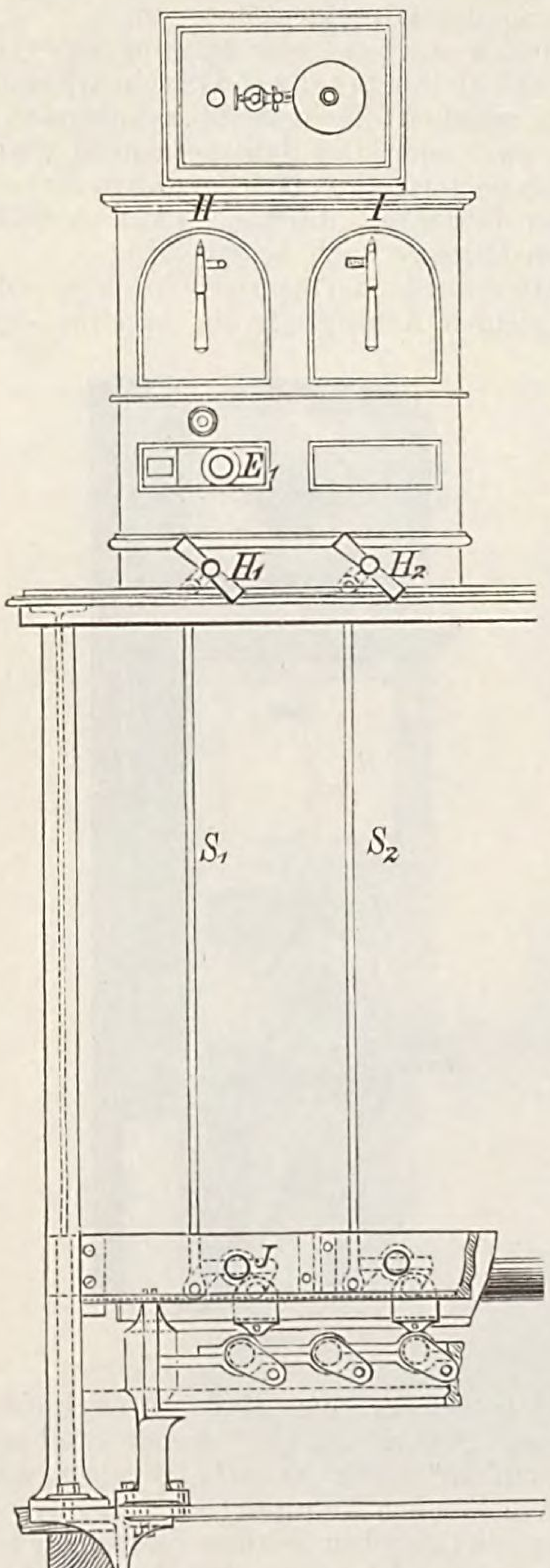


Fig. 223.

1 : 10

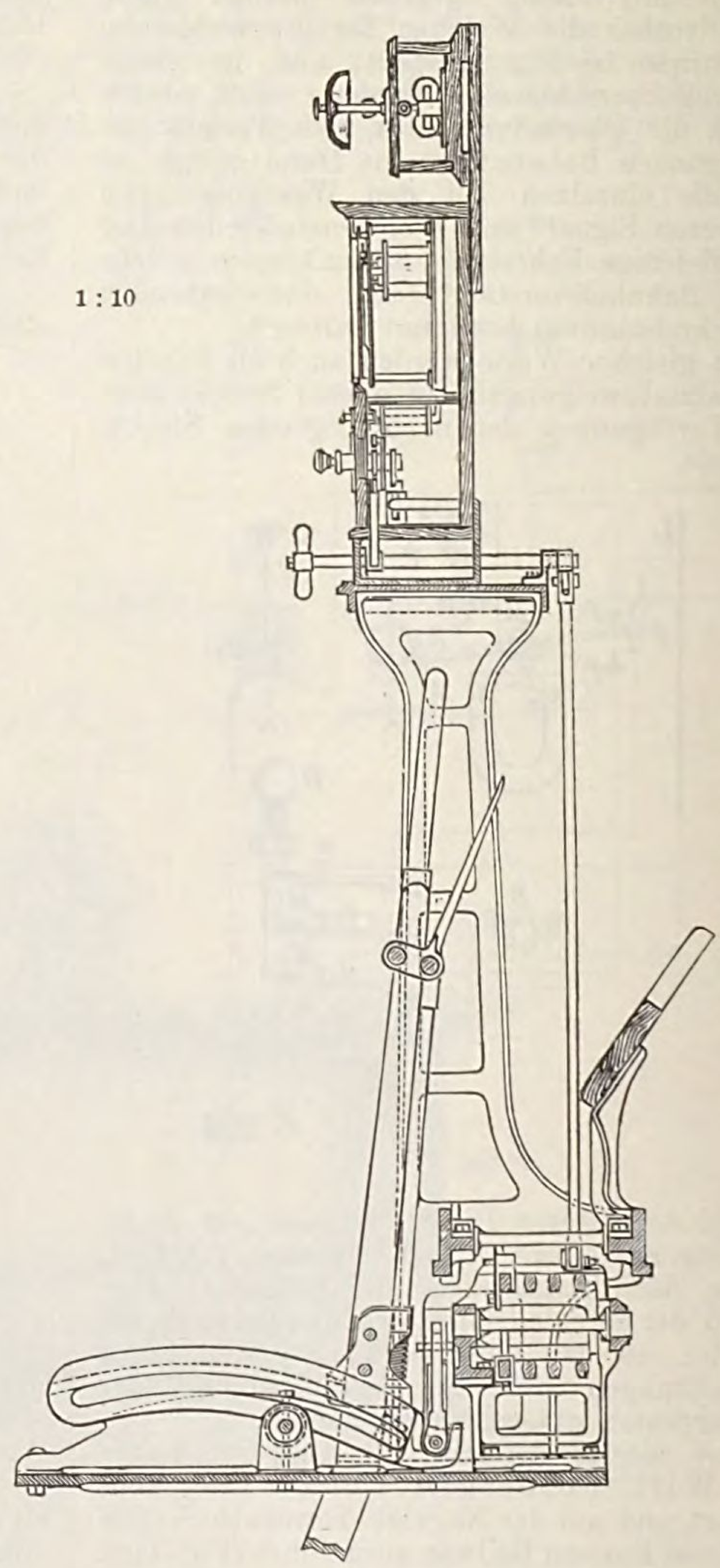


Fig. 224.

von rechts nach links geschoben und auf denselben gedrückt werden. Hierdurch wird die Handklinke *H* des eigenen Signalhebels verschlossen, so daß dieselbe nicht mehr zurückgedreht werden kann und gleichzeitig ein elektrischer Strom gegen den in der Zugsrichtung rückwärts gelegenen Blockposten (1) entsendet, mittels welchem, unter gleichzeitigem Ertönen einer Glocke, dessen Blocksignal freigegeben wird und das Miniatursignal an diesem Apparat auf „Fahrt frei“ fällt.

In dem rechtsseitigen Schuberfeld des Apparats (2) erscheint die Aufschrift „Linie frei“.

Durch diese Handhabung werden die Weichen in der für die Einfahrt des Zugs bestimmten Stellung solange festgehalten, bis der Zug ein in der Station befindliches Pedal passiert hat und dadurch einen Stromkreis schließt, welcher die Sperrung der Handklinke aufhebt und wodurch auch das Miniatursignal wieder auf „Halt“ zurückgeht.

Der Blockposten (1), dessen Signal freigegeben wurde, bewegt vorerst die nunmehr bewegliche Handklinke von links nach rechts, wodurch der Signalhebel entriegelt und gleichzeitig ein Stromkreis gegen den Vorposten (2) geschlossen wird. Durch dessen Einwirkung wird gleichzeitig mit dem Abfallen des Miniatursignals (Zug auf der Linie) der Schuberknopf dieses Apparats so verriegelt, daß mit demselben, solange der Zug nicht eingelangt ist und das erwähnte, vor dem Signal befindliche Pedal überfahren hat, die rückwärts liegende Blockstrecke nicht mehr freigegeben werden kann.

Der Blockposten (1) stellt das Signal auf „Freie Fahrt“, wartet die Vorüberfahrt des Zugs ab und stellt hinter demselben das Signal auf „Halt“.

Der Blockposten 2 muß, um die Strecke 1—2 überhaupt wieder freigeben zu können, nach erhaltener Kenntnis, daß der Zug in 1 passiert hat, den Schuber wieder von links nach rechts schieben und auf denselben drücken. Hierbei wird bei dem rückwärts gelegenen Blockposten (1) das Miniatursignal wieder auf „Halt“ zurückgestellt und, im Fall der Wärter die Rückstellung seines Signals auf „Halt“ versäumt haben sollte, dies selbstthätig bewirkt.

Letzteres geschieht durch die in Fig. 225 dargestellte Vorrichtung (Patent Farmer und Tyer).

Der Signalstellhebel *H* ist mit dem Drahtzug nicht direkt, sondern durch einen Mitnehmer *c h* verbunden, welcher nur dann die Verbindung des Hebels mit dem Signaldrahtzug herstellt, wenn in dem Elektromagnet *M* ein konstanter Strom cirkuliert. Dieser Strom wird bei der Freigabe des Signals vom Vorwärter entsendet. Bei Umlegung des Signalhebels in die Freilage wird der um *X* drehbare Hebel *Q X* nach aufwärts bewegt und mittels des an einem Ende gabelförmig gestalteten Hebels *p* der um *y* drehbare Hebel *y-i* soweit nach aufwärts gedreht, daß der Anker *a* durch den Elektromagnet *M* festgehalten wird. Der Sperrhaken *c h*, welcher bisher durch das Übergewicht *v* des Hebels *y-i* so gedreht war, daß derselbe nicht in den Arm *N* einklinken konnte, wird nun frei, so zwar, daß er nach der Rückstellung diesen Arm erfaßt und bei der neuerlichen Stellung des Hebels *H* in die Freilage den Drahtzug mitnimmt, wodurch das Signal auf „Freie Fahrt“ gestellt wird.

Hört der Strom im Elektromagnet *M* auf, so fällt der Hebel *i y* ab und löst den Sperrhaken aus, wodurch der Signalarm infolge seines eigenen Übergewichts von selbst auf „Halt“ zurückgeht.

Ein zweiter derartiger Blockapparat für Streckenblock- und Weichensicherung eingerichtet, ist jener von Sykes, welcher ebenfalls auf englischen Bahnen in Verwendung steht.

Derselbe ist mit den Stellhebeln der Signale durch eine mechanische Sperrvorrichtung verbunden und in einem über dem Stellapparat befindlichen Kästchen untergebracht. An der

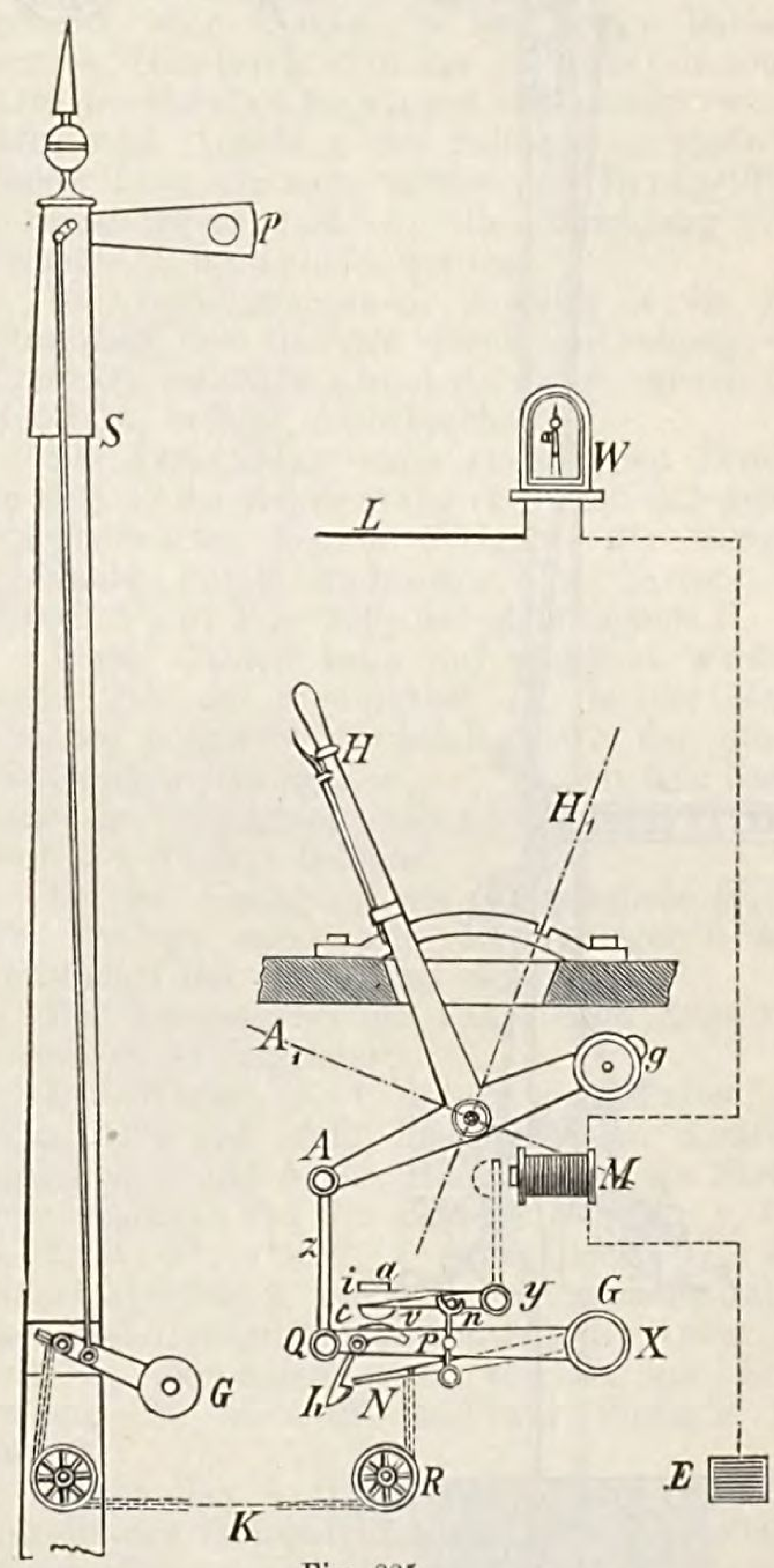


Fig. 225.

Vorderseite desselben befinden sich zwei untereinander angebrachte Fenster, hinter deren oberem sich die Aufschriften „Linie frei gegen . . .“ und „Linie gesperrt gegen . . .“ zeigen, hinter deren unterem Fenster die Aufschriften: „Zug . . .“ und „Zug bei . . . vorbei“ erscheinen. Die Aufschriften der oberen Fenster sind am Ende eines Winkelhebelarms befestigt, dessen zweiter Arm der Anker eines Elektromagnets ist. Die Aufschrift „Linie gesperrt“ erscheint, wenn derselbe von letzterem angezogen, die Aufschrift „Linie frei“, wenn der Anker losgelassen ist.

Ober den Fenstern befindet sich ein Armgalvanometer, dessen Arm sich bei besetzter Strecke auf „Halt“ horizontal, bei freier Strecke

vertikal oder um 45° geneigt stellt und dem Wärter daher als optische Kontrolle dient.

Die Sperrung des Signalhebels geschieht durch einen, mit dem Winkelhebel durch Gelenke in Verbindung stehenden Haken, welcher sich, solange der Anker angezogen ist, in einen Ausschnitt des Stellhebels legt. Dieser Haken wird nur dann aus dem Ausschnitt gehoben, wenn die Anziehungskraft aufgehoben wird.

Dies geschieht durch den vorliegenden Blockposten, und zwar durch den Druck auf einen Taster, wodurch ein Stromkreis geschlossen

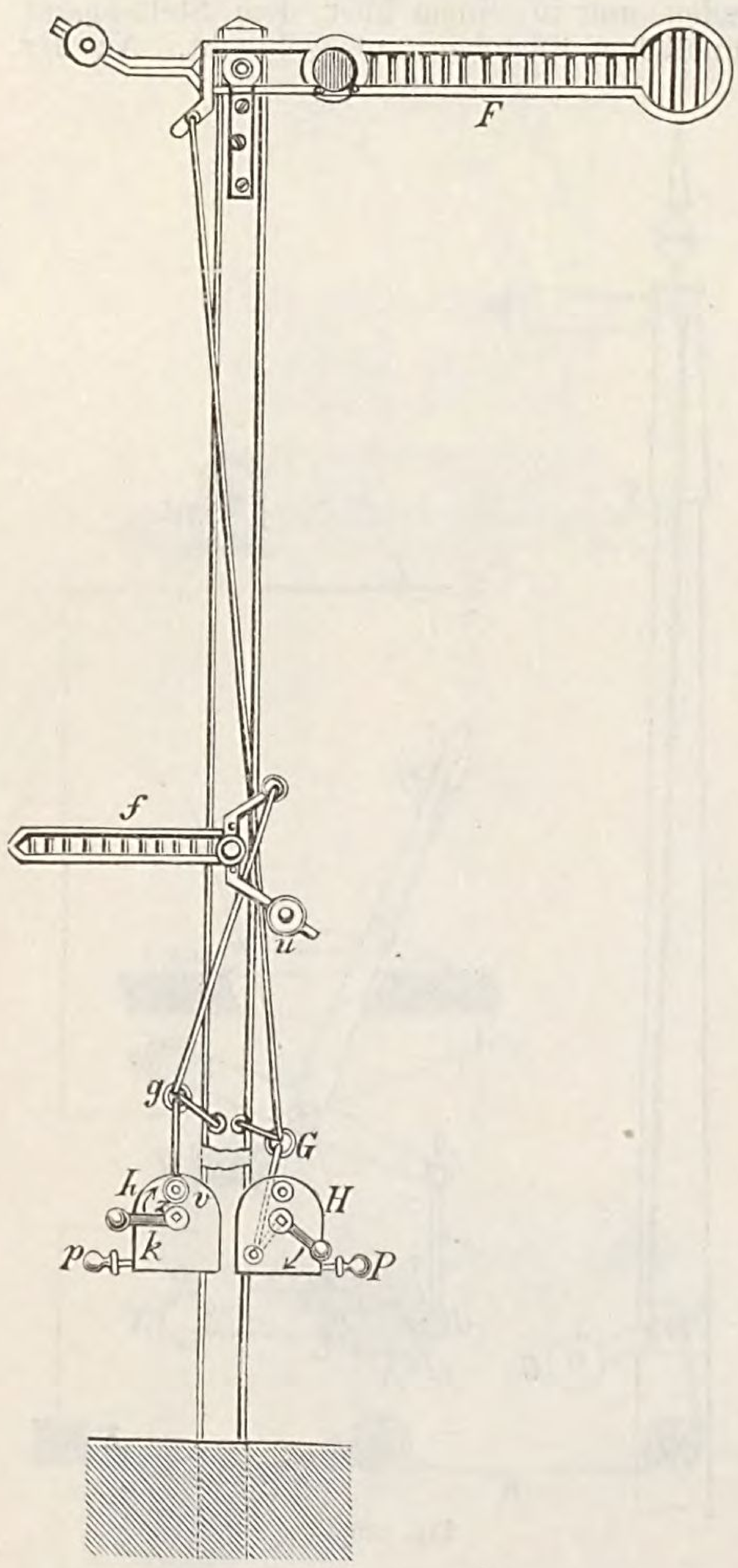


Fig. 226.

wird, welcher dem Elektromagnet entgegengesetzt wirkt.

Der Tastknopf kann nur einmal gedrückt werden, bezw. kann erst dann wieder ein neuerlicher Druck gegeben und das Signal des Hintermanns freigegeben werden, wenn das eigene Signal auf „Frei" und später auf „Halt" gestellt wurde.

Die Verständigung der Wärter geschieht durch Watheston'sche Nadeltelegraphen.

Pedale zur Verhinderung der Deblockierung sind nicht immer angewendet.

Seit 1874 wird auf der französischen Nordbahn ein Blocksystem von Lartigue, Tesse und Prudhomme (Fig. 226, 227) verwendet, welches ebenfalls mit den Bahnzustandssignalen in mechanischer Verbindung steht und mittels Batterieströmen betrieben wird.

Dasselbe ist am Signalmast selbst befestigt, welcher am oberen Ende einen großen Arm *F*, das eigentliche Blocksignal für den Zug, und am unteren Teil einen kleinen Arm *f* zur Vor- und Rückmeldung trägt.

Die Bewegung der Arme geschieht durch Kurbeln *H* und *h*, auf deren Achsen je ein Arm *Y*, ein Daumen *D* und eine Umschalterscheibe *C* befestigt ist. Bei wagerechter Lage der Kurbel *H* steht der obere Arm *F* nach abwärts („Freistellung"); bei wagerechter Stellung der Kurbel *h* steht der kleine Arm *f* wagerecht („Halt").

Stellt der Blockwärter (1) durch Drehung der Kurbel *H* aus der horizontalen Lage um 210° nach links, den Signalarm *F* in die Haltstellung, so bewegt sich der, auf der Achse der Kurbel befestigte Arm *Y* mit und stößt am Ende der Bewegung an die Nase *n* des Hebels *R*. Nachdem die Rückbewegung der Kurbel durch den Sperrkegel verhindert ist, ist die Kurbel und dadurch auch der Signalarm in der Haltlage gesperrt.

Gleichzeitig hat sich die Umschalterscheibe *C* so gedreht, daß ein Stromkreis nach dem

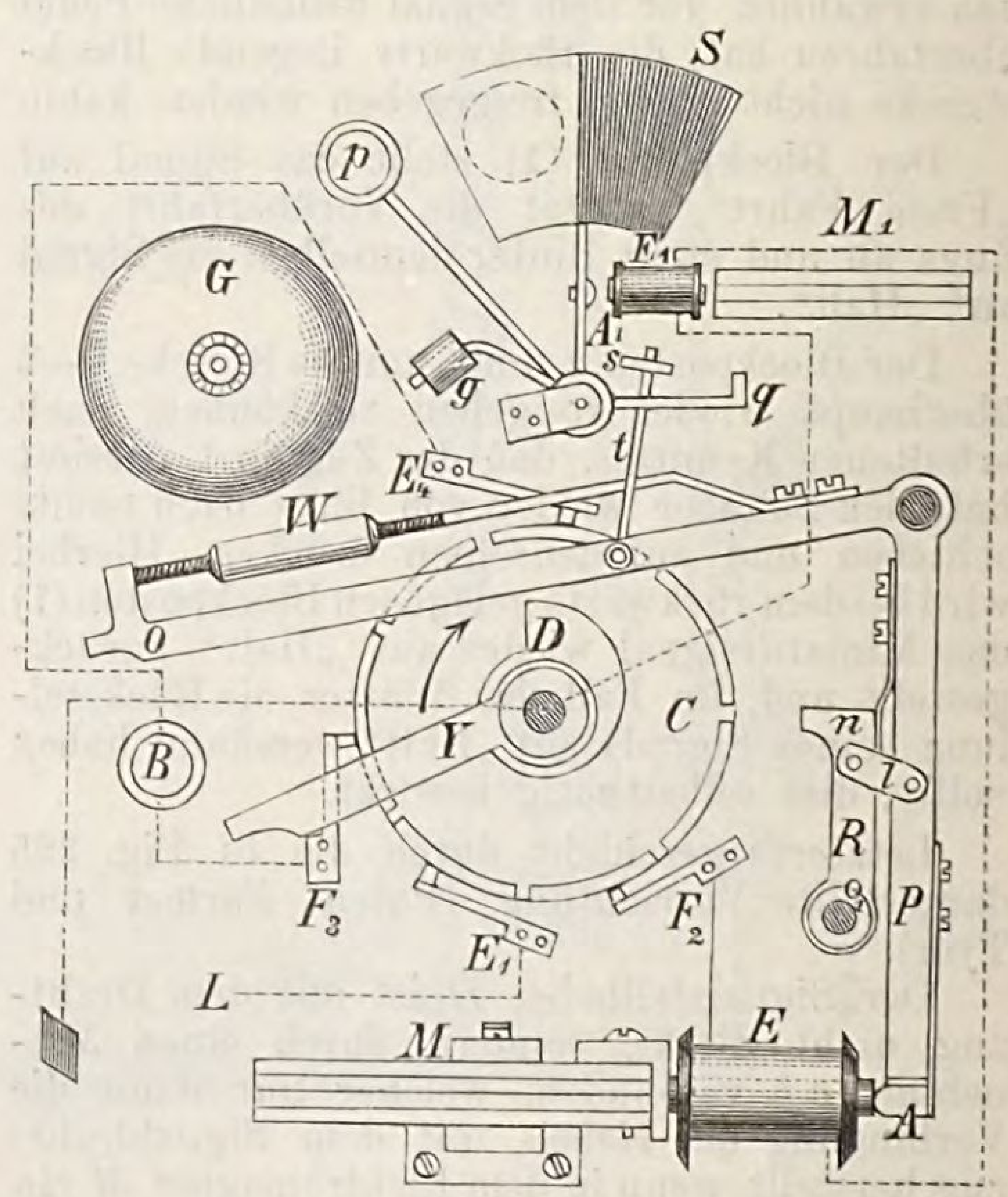


Fig. 227.

Apparat des kleinen Avisoarms beim Vorposten (2) geschlossen wird, welcher infolge seiner Richtung die Kerne des Elektromagneten *E* entmagnetisiert, so daß der Anker *A* vermöge des regulierbaren Gegengewichts *W* von demselben abgerissen wird, der Arm *O* des Winkelhebels *P—O* sich senkt und der Arm *P* desselben mittels der Gelenkverbindung *l* den Hebel *R* zur Seite zieht. Hierdurch wird der Arm *Y* nun frei und der kleine Avisoarm *f* dreht sich infolge des Gegengewichts aus der senkrechten Lage in die wagerechte („Halt").

Bei dieser Bewegung des kleinen Arms hat sich die Umschalterscheibe so gedreht (150°), daß ein dem früheren entgegengesetzter Strom nach dem rückwärts gelegenen Posten (1) entsendet wird, welcher die Elektromagnetkerne E_1 schwächt, wodurch deren Anker A_1 vom Gegengewicht *g* abgezogen wird; die Scheibe *S*, deren weiße Fläche bisher hinter dem Fenster des Schutzkastens sichtbar war, fällt ab, so daß nun deren rote Fläche hinter demselben erscheint. Der Wärter beim rückwärtigen Posten erhält hierdurch Kenntnis, daß der kleine Arm des Vorpostens sich auf „Halt" gestellt hat.

Gleichzeitig wird beim Vorposten die seit der letzten Deblockierung abgefallene Scheibe mittels des Hebels *t* gehoben, so daß das Fenster weiß geblendet erscheint und der Anker A_1 wieder angezogen wird.

Der Signalarm *F* des rückwärts befindlichen Postens (1) bleibt nun solange in der Haltstellung verschlossen, bis der vorliegende Posten (2) den Avisoarm durch Drehung der Kurbel *h* um 210° wieder in die Freilage bringt. Die Umschalterscheibe *C* dreht sich hierbei so, daß ein Stromkreis gegen den Apparat des Signalarms *F* beim rückwärtigen Posten geschlossen wird und in gleicher Weise, wie oben für den kleinen Arm beschrieben, die Kerne des Elektromagnets entmagnetisiert werden, der Arm *Y* des Winkelhebels von *u* losgelassen wird und die Kurbel *H* sich vermöge des Übergewichts des Signalarms in die wagerechte Lage zurückdreht, während der letztere von der Haltlage in die Freilage nach abwärts sinkt.

Durch die Drehung der Umschalterscheibe *C* wird ein negativer Strom gegen den Vorposten (2) geleitet und macht dort die Scheibe abfallen, während im Apparat des rückwärts gelegenen Postens (1) die Scheibe mechanisch gehoben wird.

Damit die Batterien, welche im Fußgestell des Signalmastes untergebracht sind, nicht im kurzen Schluß stehen, ist ein Druckknopf angebracht, welcher gleichzeitig beim Drehen der Kurbel gedrückt wird und dadurch erst die Leitung schließt.

Der Daumen *D* hebt bei dieser Bewegung den Winkelhebel *P—O* soweit, daß der Anker *A* wieder von dem Elektromagneten festgehalten wird, nachdem der Strom mittlerweile aufgehört hat.

Das früher erwähnte Blocksystem von Regnault wurde im Jahr 1886 durch Zufügung eines elektrischen Schlosses und eines mechanischen Riegels ergänzt, durch welche die Stellhebel der Blocksignale ebenfalls mechanisch gesperrt werden. (Fig. 228 *a*, *b*, 229.)

Das elektrische Schloß *S* ist neben der Verrieglungsvorrichtung der Signalhebel angeordnet. Letztere besteht aus einer horizontal liegenden Lamelle *L*, welche bei der Umlegung des Stellhebels für das eigentliche Blocksignal in die Freilage, von links nach rechts bewegt wird. Hierbei tritt der Sperrdorn *d* aus der Ausnehmung der vertikalen Welle w_1 und ermöglicht hierdurch die Umlegung des Stellhebels für das Vorsignal in die Freilage.

Durch diese Sperrvorrichtung ist es also erst möglich, das Vorsignal auf „Freie Fahrt" zu stellen, wenn das eigentliche Blocksignal auf „Freie Fahrt" gestellt wurde. Umgekehrt muß zuerst das Vorsignal auf „Halt" gestellt werden, bevor das Blocksignal auf „Halt" gestellt werden kann.

Die Umlegung des Stellhebels H_1 in die Freilage ist nur dann möglich, wenn die Lamelle *L* sich nach rechts bewegen kann, was nur dann der Fall ist, wenn der Schuber *s* des elektrischen Schlosses *S* zurückgezogen ist.

Der Schuber *s* wird durch eine Feder nach auswärts gedrängt, und durch den Hebel *h*, dessen Arm sich auf einen Ansatz *z* des Schubers stützt, in der gezeichneten Stellung festgehalten und verhindert sonach die Bewegung der Lamelle *L*.

Bei senkrechter Stellung der Zeigernadel *I*(*IV*) cirkuliert ein Strom, von der Batterie B_2 ausgehend, über *o*, *n*, e_1, *m* und *p* zur Batterie zurück. Hierdurch wird der als Anker dienende Arm des Hebels *h* angezogen und dessen zweiter Arm vom Ansatz *z* des Schubers *s* entfernt. Dieser kann nunmehr mittels des Handgriffs *g* zurückgezogen und so die Bewegung der Lamelle *L* ermöglicht werden.

Bei zurückgezogenem Schuber *s* ist der Stromlauf der Batterie durch Aufhebung des Kontakts zwischen *o* und *n*, welche mittels des Hebels h_1 erfolgt, unterbrochen.

Die Entsendung eines elektrischen Stroms zu dem in der Zugrichtung rückwärts gelegenen Nachbarwärter behufs Freigabe der Signale geschieht durch Andrücken des Tasters T_3 (bezw. T_2 in Fig. 229) des elektrischen B.

Dieser Taster kann nur gedrückt werden, wenn sich der Signalhebel H_1 in der Haltstellung befindet, bei welcher sich der durch die Gestängeleitung *e*, e_1, e_2, e_3 mit dem Stellhebel in Verbindung stehende Vorleger *v* oberhalb des Tasters befindet.

Bei der Umlegung des Signalhebels H_1 in die Freilage senkt sich der Vorleger *v* und verhindert das Andrücken des Tasters.

Der Vorgang bei der Fahrt eines Zugs von 1 nach 2 ist folgender:

Der Wärter in 1 drückt den Taster T_1 (Fig. 229) und stellt hierdurch den Kontakt zwischen *a* und *b* her. Hierbei geht ein Strom vom positiven Pol der Batterie B_1 über 1, 1*a*, *b*, 2, 2, b^1, c^1, r^1, t^1 zur Glocke G_2 des Nachbarpostens 2, welche ertönt, sodann durch den Elektromagnet M_2, wodurch der Anker A_2 von u_3 angezogen wird, von da zur Erdleitung E_2 nach E_1 und zur Batterie B_1 zurück.

Durch das Anziehen des Ankers A_2 wird mittels des Zahngetriebs die Nadel *II* geneigt, gleichzeitig der Kontaktschluß bei t^1 aufgehoben, hingegen jener bei f^1 hergestellt. Nun geht ein Strom vom positiven Pol der Batterie B_6 über 4, f^1, r^1, c^1, b^1, 2, *b*, *c* durch den Elektromagnet M_1 des Postens 1, wodurch der Anker A_1 von u_2 angezogen und die Nadel *I* geneigt wird, und von da über E_1, E_2 zur Batterie zurück.

Der Wärter in 1 erhält hierdurch Nachricht, daß Wärter 2 das Zeichen über die Annäherung des Zugs erhalten hat und sein Apparat gut funktioniert. Gleichzeitig wird aber auch der Kontakt bei *m* aufgehoben und der bei senkrecht stehender Nadel *I* cirkulierende Strom der Batterie B_2, welcher über *o*, *n*, *e*, *m*, *p* und von da nach B_2 zurückgeht, unterbrochen, wodurch der Hebel des elektrischen

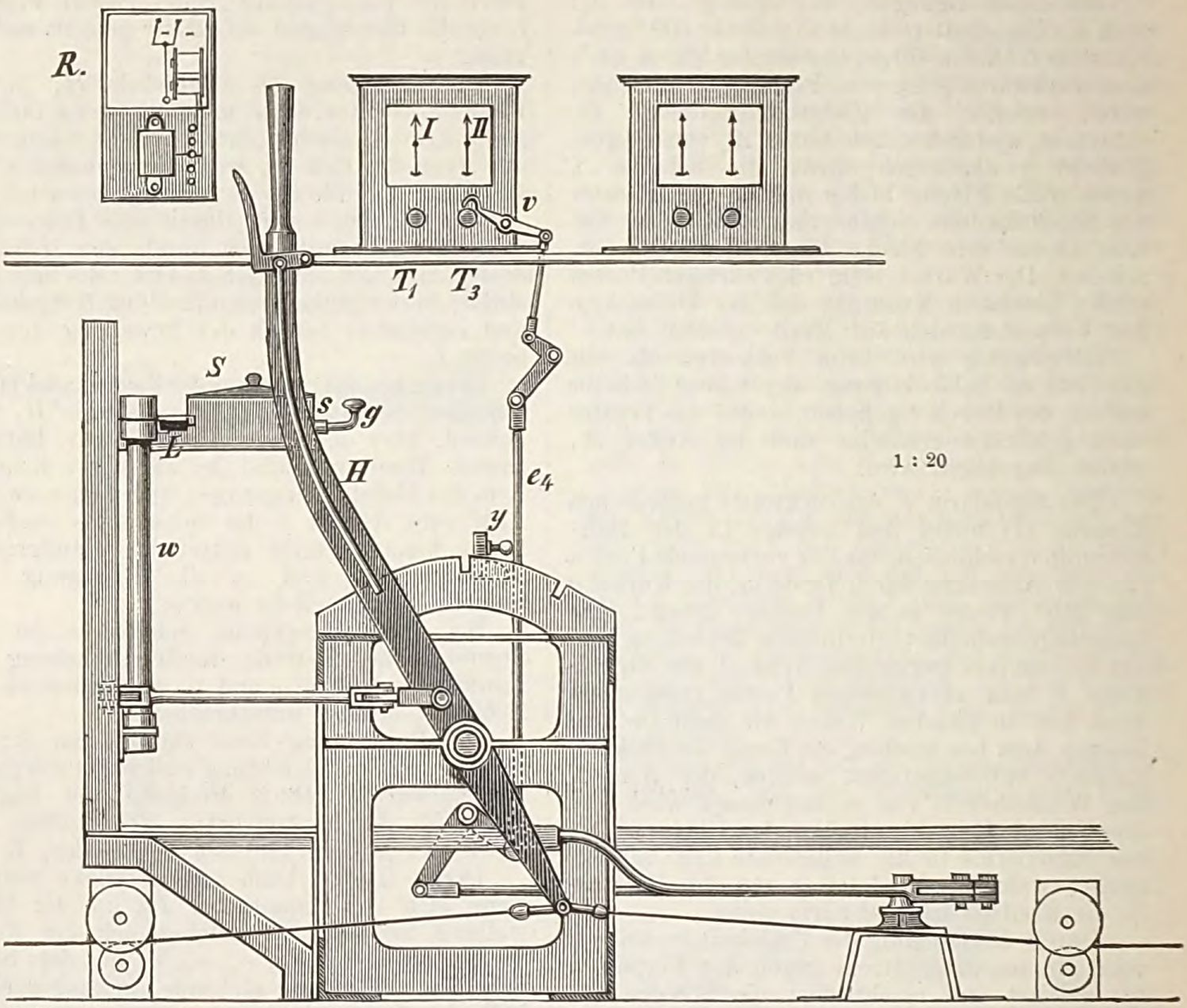


Fig. 228*a*.

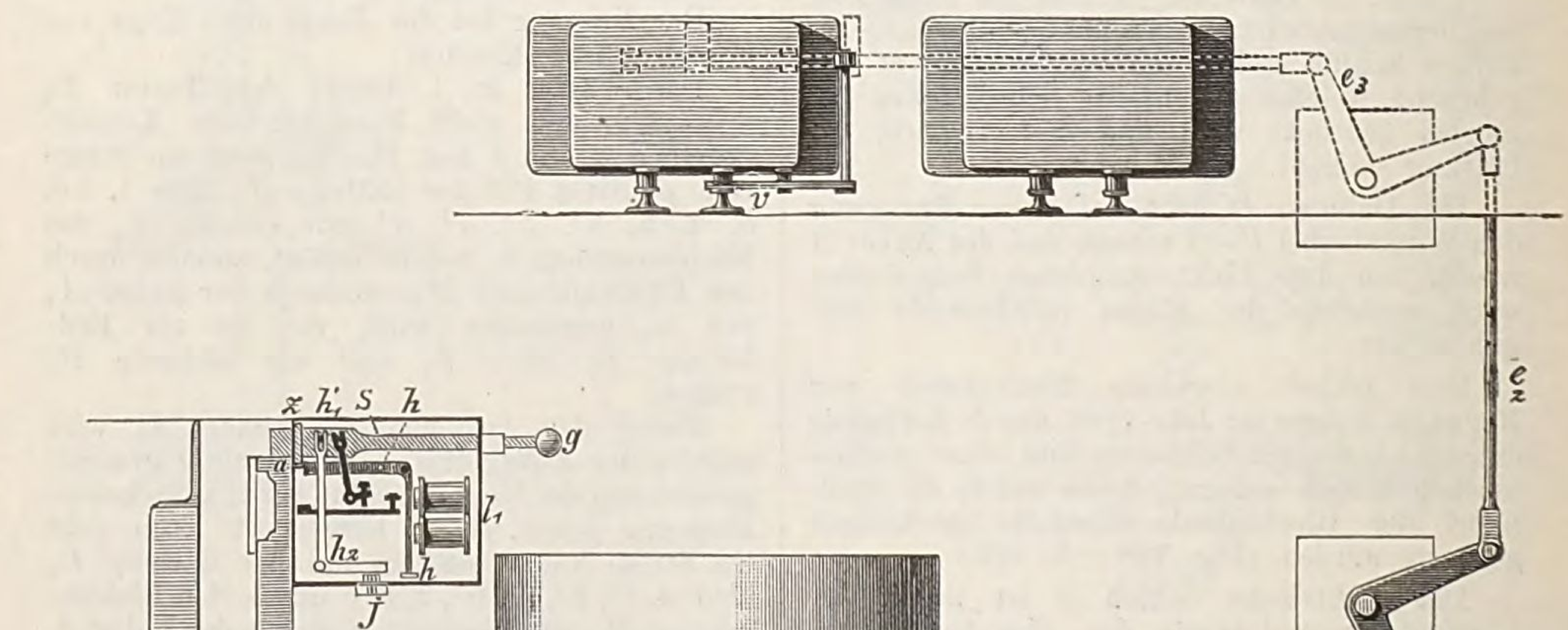


Fig. 228*b*.

Schlosses vom Elektromagnet e_1 angezogen wird, so daß ersterer den Schuber s festhält und die Signalhebel in der Haltstellung verschlossen sind.

Wenn der Zug bei dem Posten 2 angelangt und in den nächsten Streckenabschnitt 2—3 eingefahren ist, deblockiert der Wärter die Strecke 1—2 durch Drücken auf die Taste T_2.

Damit die Taste T_2 gedrückt werden kann, ist es wegen des Vorlegers v notwendig, daß der Blocksignalhebel H_1 sich in der Haltstellung befindet. Außerdem muß aber, damit die Entsendung eines Stroms nach Posten I erfolgen kann, der Kontakt im Relais bei x^1 hergestellt sein. Dies geschieht durch die Stellung des Vorsignals auf „Halt“, wobei der Strom der Batterie B_{10} bei o geschlossen und der Anker des Elektromagnets e_4 angezogen wird.

Hierdurch geht der Strom vom negativen Pol der Batterie B_8 über 6, g^1, x^1, 6, i^1, b^1, 2, b, c, M_1, E_1, E_2 zur Batterie zurück und richtet die Nadel I wieder senkrecht. Gleichzeitig geht der Strom über K, G_2, M_2, E_2 zur Batterie zurück und richtet auch die Nadel II wieder senkrecht.

Bei Posten 1 wird hierdurch der Stromschluß der Batterie B_2 bei m wieder hergestellt, der Ankerhebel h des elektrischen Schlosses angezogen, welcher nun den Schuber s wieder freiläßt und die Stellung der Signalhebel für einen weiteren Zug gestattet.

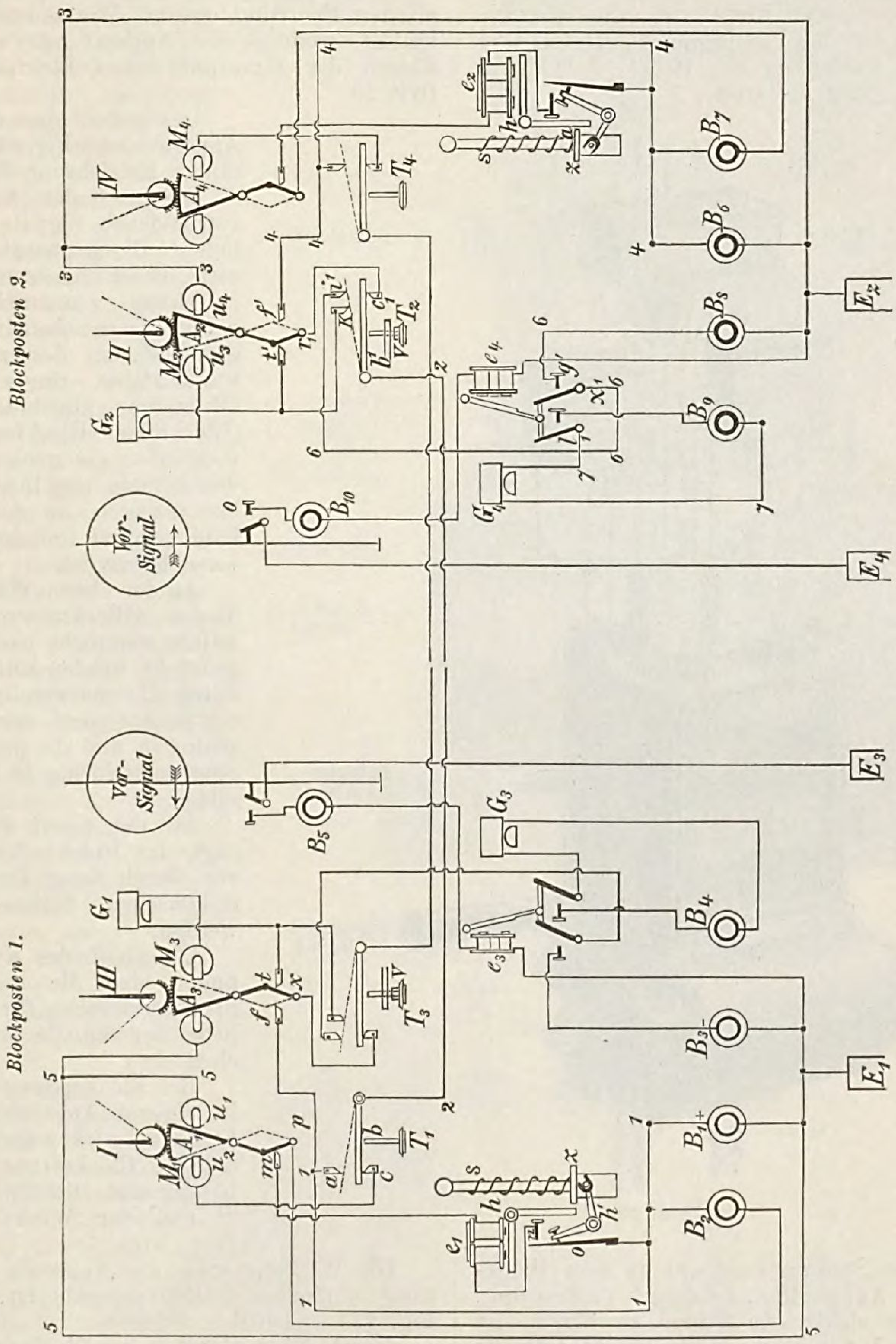


Fig. 229.

Nachdem bei der französischen Westbahn, bei welcher diese Apparate in Verwendung stehen, in Strecken mit dichtem Zugsverkehr das Permissiv-Blocksystem eingeführt ist, bei welchem die Züge unter gewissen Vorsichtsmaßregeln in eine noch besetzte Blockstrecke

eingelassen werden, ist noch eine mechanische Sperrvorrichtung bei dem Stellhebel des Blocksignals angebracht, welche die Stellung desselben nur auf „Vorsicht“ (Achtung!) ermöglicht.

Mittels des Schlüssels *y* dieser Vorrichtung kann das elektrische Schloß *S* geöffnet, bezw. der Schuber *s* zurückgezogen werden, so daß die Umstellung der Hebel H_1 und H_2 ermöglicht wird. Der Schlüssel *y* kann jedoch nur aus dem Schloß beim Signalhebel entfernt werden, wenn dessen Riegel sich quer über die Führungsbogen des Stellhebels gelegt hat und so nur die Umlegung des Hebels H^1 bis in die Mittelstellung gestattet.

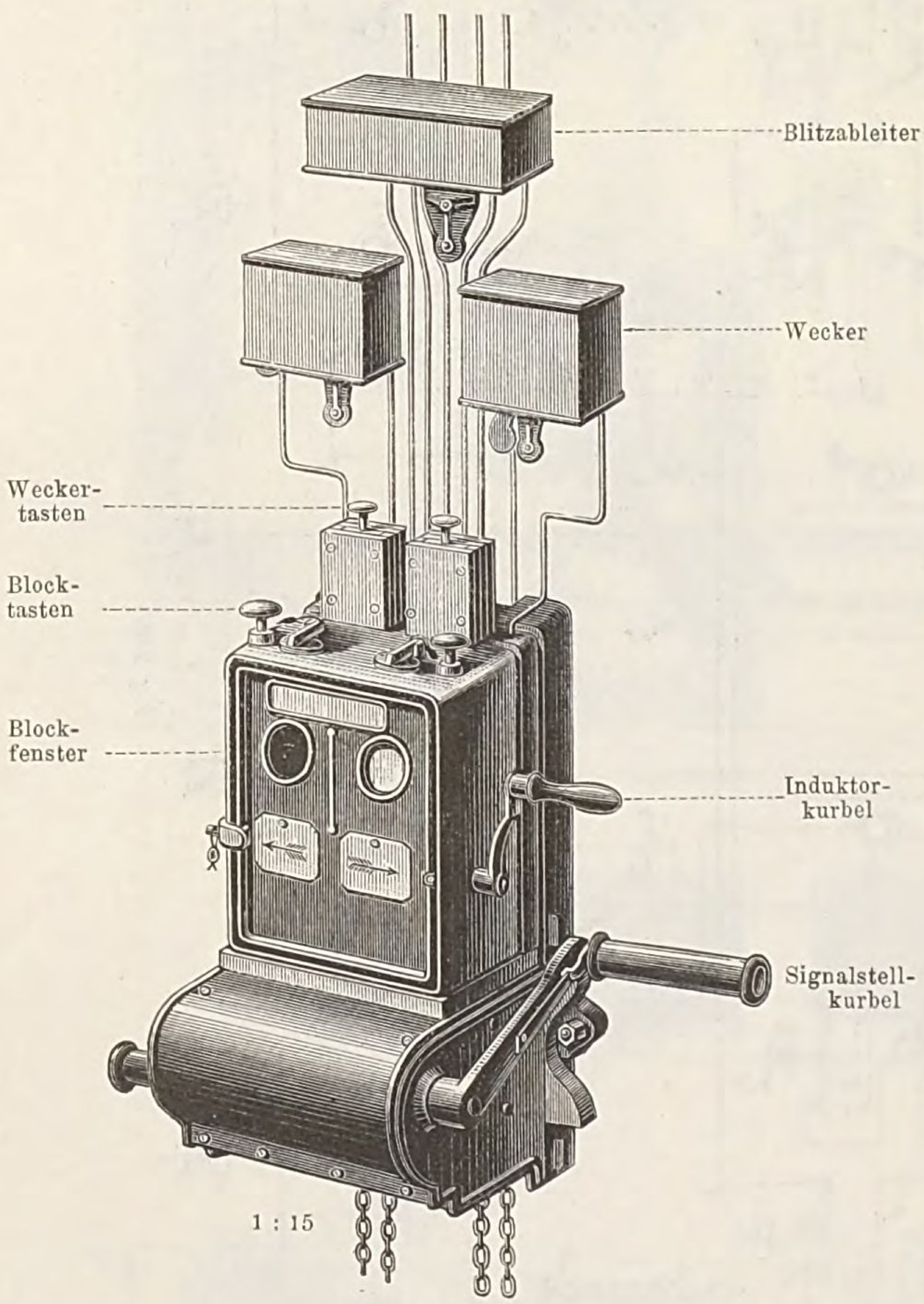


Fig. 230.

Bei dieser Stellung erscheint an dem Blocksignal die Aufschrift „Achtung“ (*Attention*).

Um das elektrische Schloß zu öffnen, ist der Schlüssel *y* in die bei *j* angebrachte Öffnung zu stecken. Durch Drehung des Schlüssels wird der Ankerhebel *h* gegen den Elektromagnet e_1 gedrückt und daher von dem Ansatz *z* des Schubers entfernt. Wird der Schuber zurückgezogen, so bewegt er den Hebel h_2 mit, welcher sich nun so über das Schlüsselloch stellt, daß die Entfernung des Schlüssels *y* nicht möglich ist.

Alle diese Apparate werden durch Batterieströme in Thätigkeit gesetzt und sind daher auch den Übelständen derselben unterworfen; auch wird von den Strömen, deren Stärke oft veränderlich ist, eine größere Arbeitsleistung gefordert.

Ein Blockapparat, bei welchem zuerst Induktionsströme verwendet wurden und welcher die vielseitigste Verwendung zuläßt, infolgedessen auch die weiteste Verbreitung gefunden hat, ist jener von Siemens und Halske (Oberingenieur Frischen).

Zur Auslösung und Herstellung der mechanischen Sperrung werden Wechselströme verwendet, wodurch der Apparat von allen Einflüssen der atmosphärischen Elektricität befreit ist.

Das Äußere eines derartigen Apparats zeigt Fig. 230 *a*, *b*, die innere Einrichtung Fig. 231.

Die nach der Anzahl der vorhandenen Signale erforderlichen Blockapparate (Blocksätze, Blockeinrichtungen) sind in einem gemeinschaftlichen Schutzkasten nebeneinander angeordnet, an dessen Vorderwand kleine, runde Fensteröffnungen angebracht sind (Blockfelder, Blockfenster), die weiß oder rot geblendet werden können und hiermit sichtbar anzeigen, ob das betreffende Signal freigegeben oder verschlossen ist.

An der oberen Wand ragen Tasten (Blocktasten) hervor, welche senkrecht nach abwärts gedrückt werden können, hierdurch die notwendigen Kontaktpunkte der Stromleitung schließen und die mechanische Sperrvorrichtung in Bewegung setzen.

An der einen Seitenwand ragt die Induktorkurbel hervor, durch deren Drehung die elektrischen Ströme erzeugt werden.

Unterhalb des Kastens befindet sich die mechanische Sperrvorrichtung für die Stellhebel der Signale (oder Weichen etc.).

Bei Blockapparaten, welche im eigenen Apparat auf keinen Stellhebel wirken und auch von anderen Blocksätzen nicht abhängig sind, entfällt die Stange *P* und der Winkelhebel *N*. (Fig. 231).

Die Wirkungsweise des Apparats, und zwar eines einfachen Stationsapparats ist, wie aus Fig. 231 ersichtlich, folgende:

Durch Niederdrücken der Blocktaste k_1 und gleichzeitiges Drehen der Induktorkurbel *h* nehmen die Induktionswechselströme den Lauf von *b* über *1*, *2* bis *16*, E_2, E_1, *17*, *18* nach *I* zum Induktor zurück. Hierbei wird der Anker *a* und jener a_1 des korrespondierenden Apparats, sowie die an dessen Achse befindliche Zahngabel in eine hin- und hergehende Bewegung versetzt, und das Kreissegment im Stationsblock vermöge der Feder G_2 nach aufwärts, jenes beim Centralapparate infolge des Übergewichts des Segments

nach abwärts bewegt. An der Vorderseite der Kreissegmente ist eine halb weiß, halb rot bemalte Scheibe befestigt und es erscheinen daher die Schutzkastenfenster, hinter welchen sich die Kreissegmente befinden, nunmehr weiß geblendet.

Durch das Abwärtsbewegen des Kreissegments ist die Achse desselben in eine solche Lage gelangt, daß der Winkelhebel N_1, durch den Druck der Feder f_1 unterstützt, aus seiner gesperrten Lage kommt und dadurch die Sperrstange P_1, welche durch den Ansatz n des Winkelhebels festgehalten war, in die Höhe schnellen kann. Die Sperrstange P steht, je nach dem Zweck des Apparats, mit den Verrieglungsvorrichtungen der Stellhebel oder jenen der einzelnen Blockfelder in Verbindung, und zwar findet bei der Stellung der Stange nach abwärts die Sperrung, bei der Stellung nach aufwärts die Freigabe der Stellhebel, bezw. der Blockfelder statt.

Nachdem die Wecker für gleichgerichtete Ströme eingerichtet sind, werden dieselben durch die Wechselströme nicht bethätigt, daher bei der Freigabe nicht ertönen.

Durch Niederdrücken der Wecktaste geht der Stromlauf von *a* über p_2, *6*, *7*, *8*, *9* (nachdem nur gleichgerichtete Ströme entsendet werden, werden die Anker nicht bewegt, daher findet auch keine Auslösung des Zahnbogens statt) dann über *10*, *11*, *12*, *13* zum Wecker, welcher ertönt, endlich über *14*, *15* E, E_1, *17*, *18* zum Induktor zurück.

Das Blocksystem läßt sich durch verschiedene Schaltungen und mechanische Sperrvorrichtungen in der denkbar ausgedehntesten Weise anwenden.

Fig. 232 (S. 609) zeigt die Schaltung der B. für Streckenblockeinrichtungen.

Die Wirkungsweise der Apparate ist folgende:

Bei der Fahrt eines Zugs von *A* nach *B* (s. Fig. 219) stellt der Posten *A* sein Blocksignal *1* auf „Halt" und drückt die Blocktaste *k* unter gleichzeitiger Drehung der Induktorkurbel nieder.

Hierbei geht der Stromlauf von *b* über *1*, *2*, *3*, *4* in den Elektromagnet, das Kreissegment wird gehoben, der Winkelhebel *N* (s. Fig. 231) und damit auch die Sperrstange *P* festgehalten, dann über *5*, *6*, *7*, *8* zum Induktor zurück.

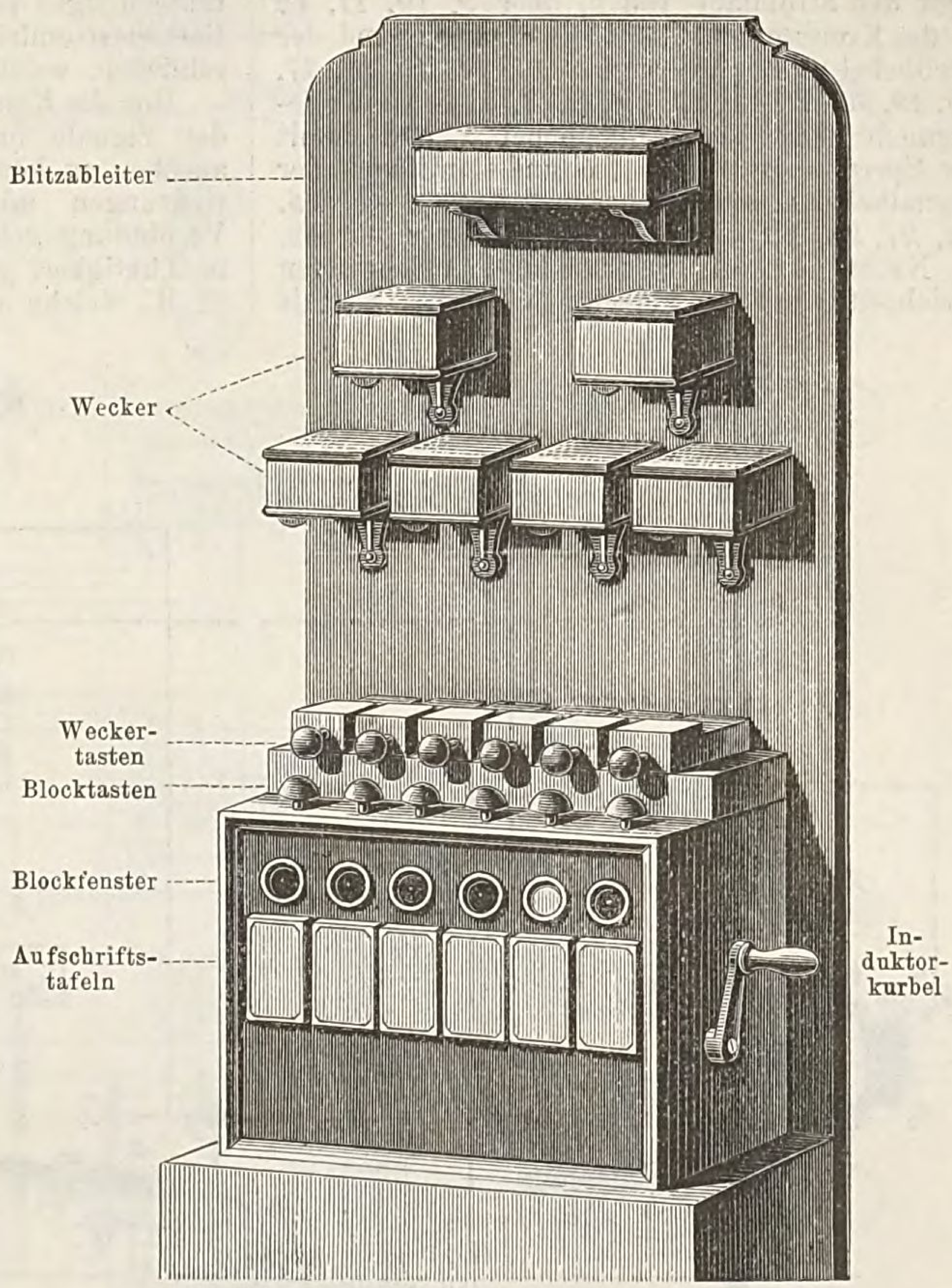


Fig 230 *a*.

1 : 10

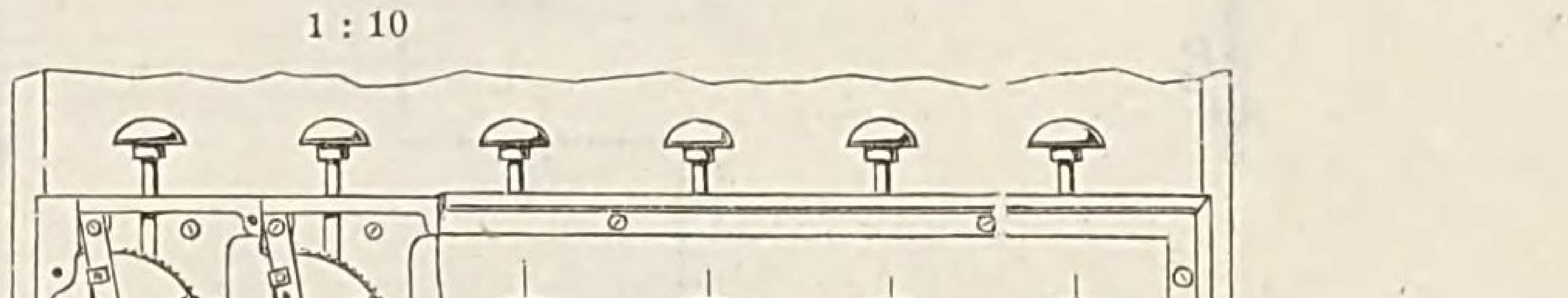


Fig. 230 *b*.

Die Sperrstange P_1 kann mit der Blocktaste *k* nur niedergedrückt werden, wenn die Klinke *q* in den Ausschnitt des Kettenrollenrands *R* eintreten kann. Dies ist nur bei Haltstellung

des Signals möglich. Nachdem der Zug beim Signal *2* vorübergefahren ist und dieses vom Posten *2* auf „Halt“ gestellt wurde, verschließt derselbe das Signal auf gleiche Weise. Hierbei geht der Stromlauf von b_1 über *9, 10, 11, 12* — das Kreissegment steigt, die Stange *P* und der Stellhebel werden gesperrt — *13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 2, 3, 4* — das Kreissegment fällt, der Winkelhebel *N* und damit die Sperrstange werden frei und somit auch der Signalhebel — sodann über *5, 6, 7, 8,* $E—E_1$ *25, 26, 27, 28, 29* und *30* zum Induktor zurück.

Nachdem bei Streckenblockeinrichtungen gleichzeitig mit der Verschließung eines Signals

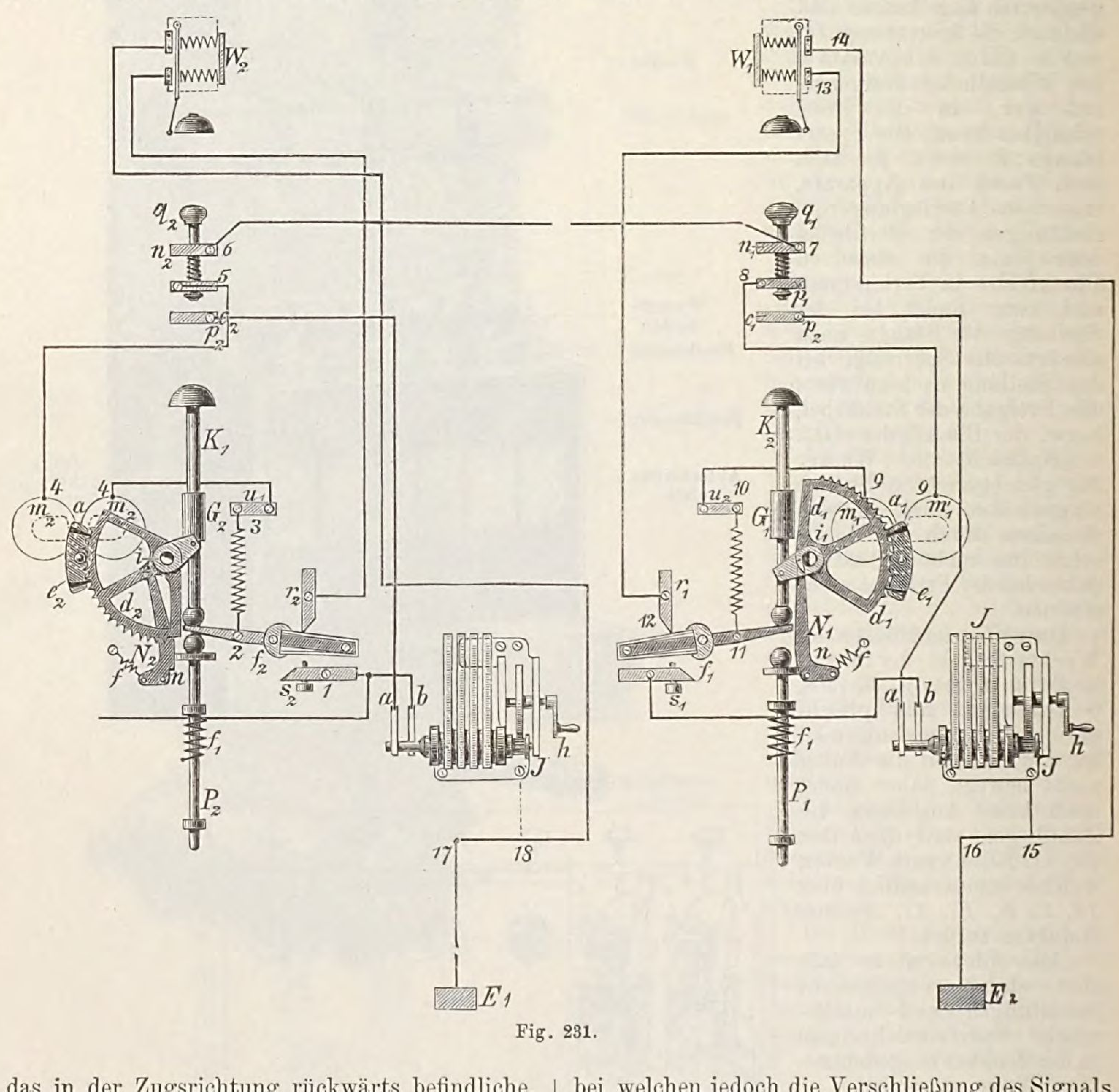


Fig. 231.

das in der Zugsrichtung rückwärts befindliche, bezw. die rückwärtige Blockstrecke freigegeben wird, ist es notwendig die Bethätigung des Apparats, von der erfolgten Verschließung angefangen bis zur Freigabe durch den vorliegenden Blockposten, zu verhindern. Es ist deshalb die Einrichtung getroffen, daß die Blocktaste nur einmal zur Verschließung niedergedrückt und dadurch die Stromleitung nur einmal geschlossen werden kann.

Damit die Verschließung der Signale, bezw. die Freigabe der rückwärts befindlichen Signale nur erfolgen kann, wenn der Zug die Blockstrecke wirklich passiert hat, ist eine Arretierungsvorrichtung angebracht, welche das Niederdrücken der Blocktasten, also die Schließung der Blockleitung nur dann gestattet, wenn die Räder des Zugs eine Kontaktvorrichtung (Radtaster, Pedale, Schienendurchbiegungscontakte u. dgl.) passiert haben und dadurch die Batteriestromleitung der Arretierungsvorrichtung schließen, welche nun ausgelöst wird.

Um die Kontrolle über die jeweilige Stellung der Signale im Dienstlokal (Verkehrsbureau) ausüben zu können, sind optische Kontrollvorrichtungen mit den Signalarmen direkt in Verbindung gebracht, welche mittels Batterien in Thätigkeit gesetzt werden.

B., welche auf gleichen Principien beruhen, bei welchen jedoch die Verschließung des Signals selbstthätig bei der Rückstellung desselben erfolgt, sind später von Hattemer-Kohlfürst, Hyronimi u. A. konstruiert worden.

Ersterer Apparat wird bei Streckenblockeinrichtungen direkt am Signalmaste befestigt, Fig. 233, 234 und 235, bei Centralstellwerken auf diese montiert.

Der Stellhebel *S* des Signals besitzt einen mit demselben fest verbundenen Hebelansatz *h*, welcher durch die Klinke *i* in der, der Haltstellung des Signals entsprechenden Lage festgehalten wird.

Die Klinke *i*, welche durch die Kurbel *k* bewegt wird, ist mit den Arretierungsstangen *a*

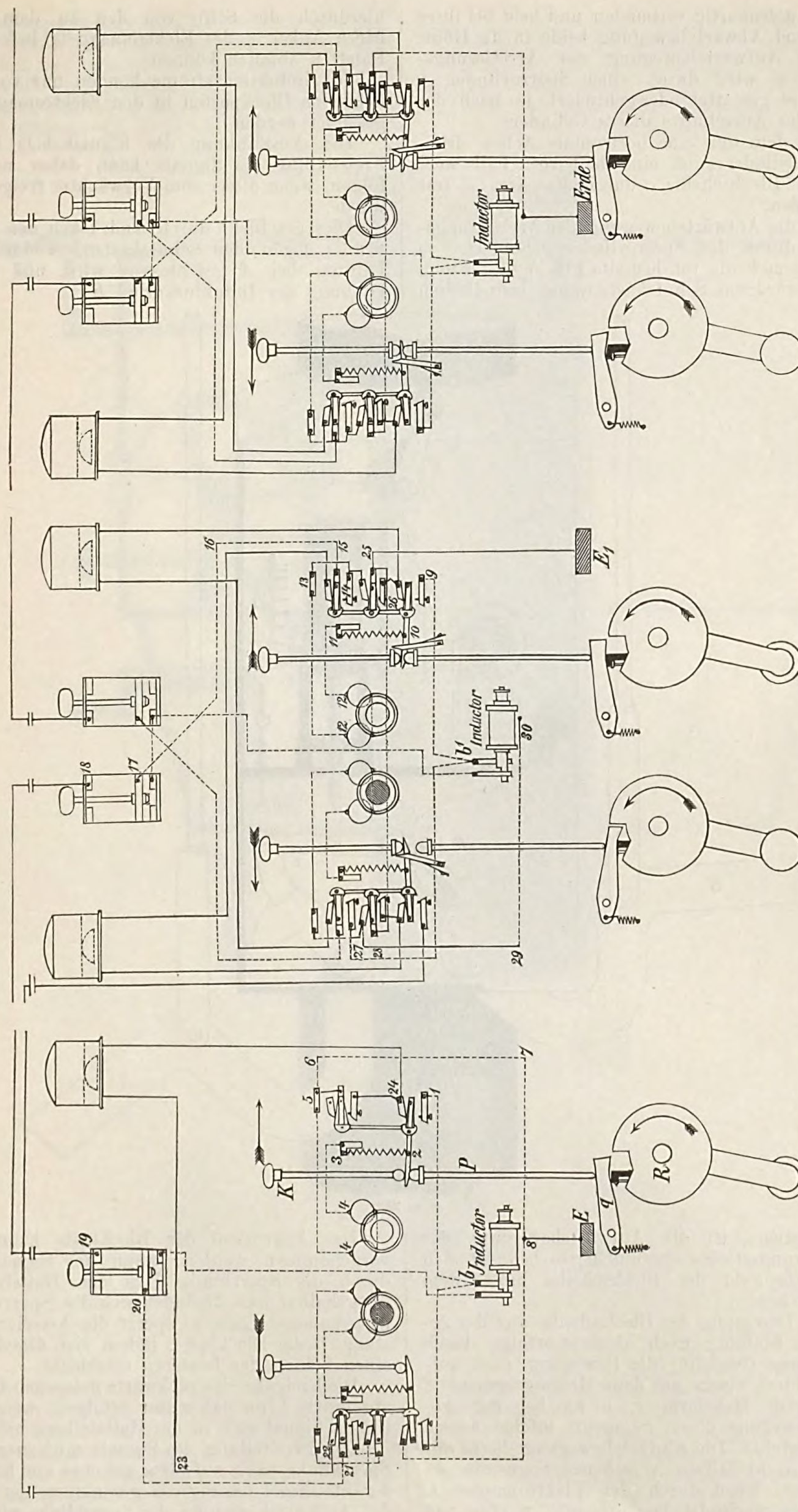


Fig. 232.

und *b* gelenkartig verbunden und hebt bei ihrer Auf- und Abwärtsbewegung beide in die Höhe.

Die Aufwärtsbewegung der Arretierungsstange *a* wird durch einen Sperrcylinder *z*, entweder gestattet oder gehindert, je nach der Lage des Ausschnitts dieses Cylinders.

Mit dem um eine horizontale Achse drehbaren Cylinder *z* ist eine halb rot, halb weiß bemalte Blechscheibe *c* durch den Arm *d* fest verbunden.

Ist die Aufwärtsbewegung der Arretierungsstange durch den Sperrcylinder gehindert, so befindet sich die rot bemalte Fläche hinter dem in der vorderen Schutzkastenwand befindlichen Fensterchen; ist die Aufwärtsbewegung der Arretierungsstange ermöglicht, so befindet sich das weiße Feld der Blechscheibe hinter dem Fensterchen.

Die Bewegung der Blechscheibe aus der gehobenen Stellung nach abwärts erfolgt durch das eigene Gewicht; die Bewegung nach aufwärts durch einen an dem Messingsegment *Z* befestigten Hebelarm *e*, u. zw. bei der Abwärtsbewegung dieses Segments infolge dessen Übergewichts. Die Abwärtsbewegung dieses mit einer Anzahl Stiften versehenen Segments erfolgt nur, wenn durch den Elektromagnet *E* Induktionswechselströme gesendet werden und hierdurch die Stifte von den an dem drehbaren Anker *x* des Elektromagnets befestigten Paletten abfallen können.

Die Induktionsströme können nur vom vorliegenden Blockposten in den Elektromagnet *E* gesendet werden.

Die Ausklinkung des Signalhebels behufs Freistellung des Signals kann daher nur erfolgen, wenn dieser vom Vorwächter freigegeben wurde.

Dies geschieht durch Andrücken der Blocktaste *t* gegen den Schutzkasten, wodurch die Leitung bei *A* geschlossen wird, und durch Drehung der Induktorkurbel *K*.

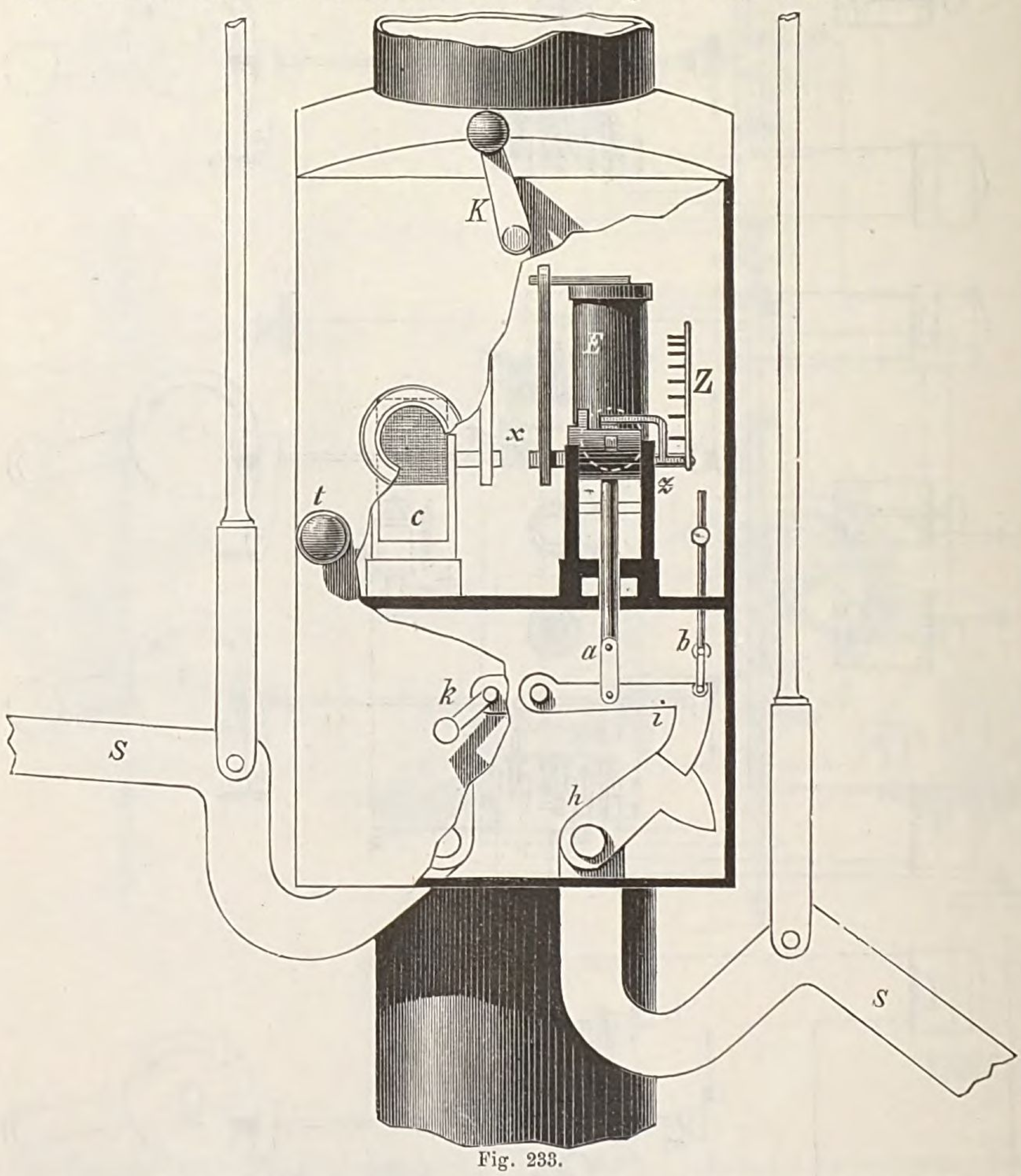


Fig. 233.

Das Andrücken der Blocktaste kann nur vorgenommen werden, wenn der Signalhebel durch die Sperrklinke *i* in der Haltstellung festgehalten ist. Befindet sich die Sperrklinke in gehobener Lage, so sperrt die Arretierungsstange *b* die Blocktaste, indem sich dieselbe in einen Schlitz der letzteren einschiebt.

Die Freigabe des rückwärts gelegenen Blockabschnitts kann daher nur erfolgen, wenn das eigene Signal sich in der Haltstellung befindet.

Zur Freistellung des Signals muß zuerst die Sperrklinke nach aufwärts gehoben und hierauf der Stellhebel des Signals gesenkt werden. Bei der Aufwärtsbewegung der Sperrklinke wird die

Arretierungsstange *a* nach aufwärts geschoben und erfaßt den Hebelarm *e* des Zahnsegments, welches nun wieder in die erhobene Stellung gebracht wird, nachdem die Paletten so beweglich hergestellt sind, daß sie bei dieser Bewegung des Segments die Stifte durchlassen.

wurden. Durch das Abfallen der Blechscheibe dreht sich der Sperrcylinder wieder so, daß die Arretierungsstange nicht mehr nach aufwärts gestellt — das Signal sonach nicht mehr in die Freistellung gebracht werden kann.

Die B. von Hyronimi (Fig. 236—239) zur

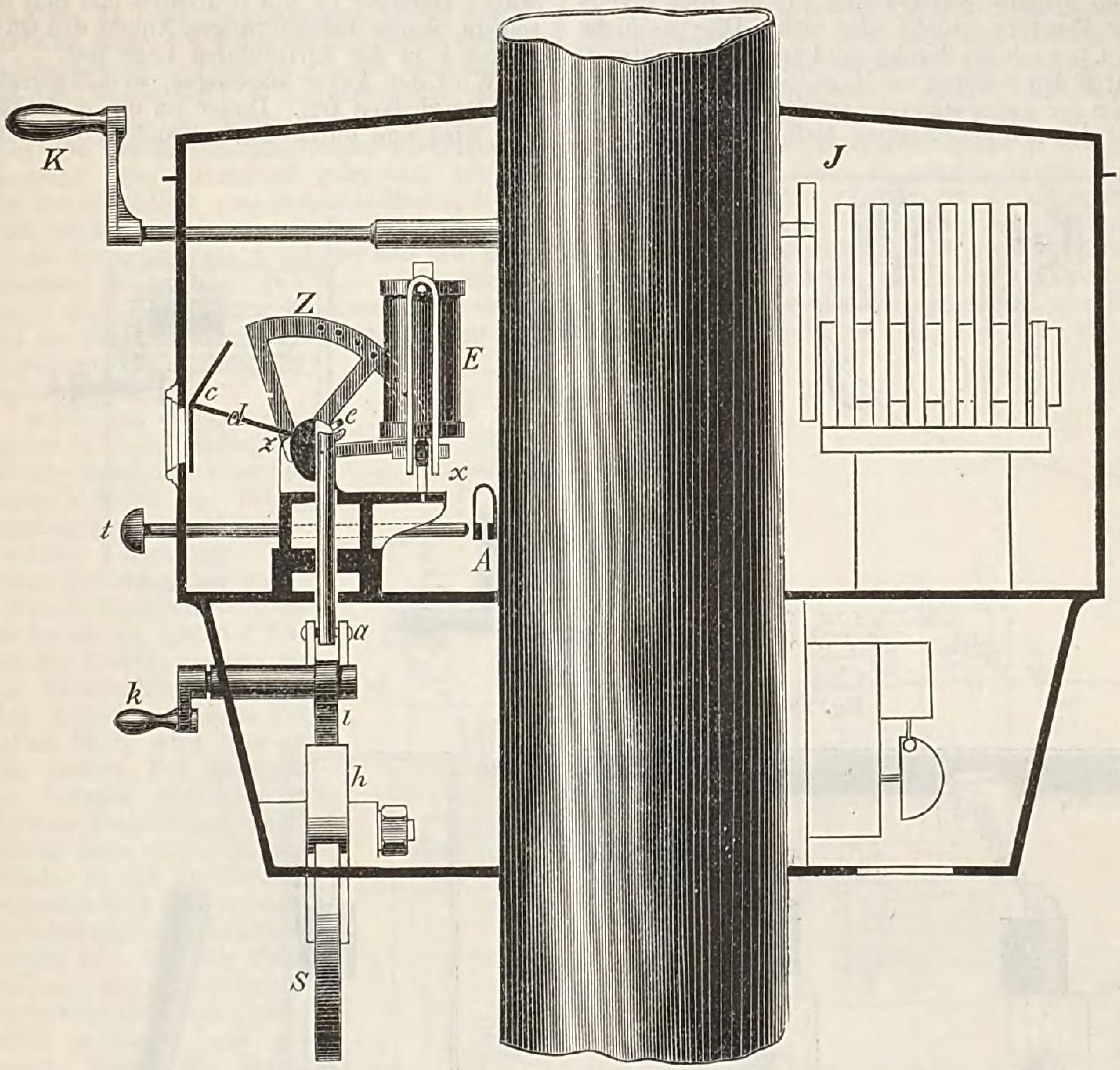


Fig. 234.

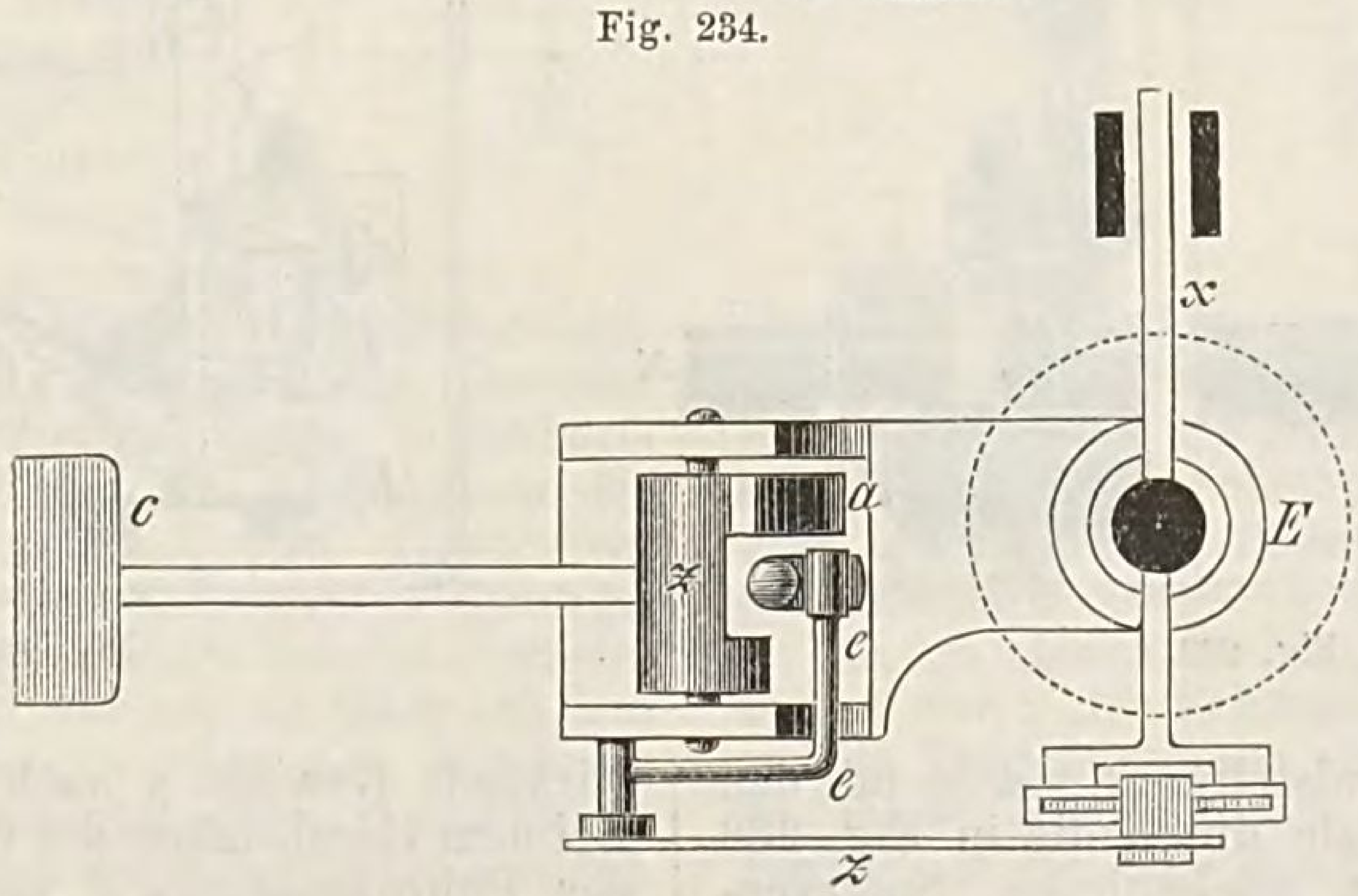


Fig. 235.

In der gehobenen Lage der Arretierungsstange hält dieselbe den Sperrcylinder fest, so daß die Blechscheibe nicht nach abwärts fallen kann, das Fenster sonach solange weiß geblendet bleibt, bis der Signalhebel wieder in die Haltstellung gebracht und die Sperrklinke, sowie die Arretierungsstange wieder nach abwärts bewegt

Freigabe und zur Verschließung von Stationseinfahrtsignalen bestimmt, sind für ersteren Zweck anders eingerichtet als für letzteren.

Die B. für die Freigabe sind im Stationsbureau untergebracht und befinden sich in einem eisernen, an der Vorderwand mit Fenstern versehenen Schutzkasten (Fig. 236 und 237). Über

demselben sind Drucktasten angebracht, mittels welchen die Schließung der Stromleitung erfolgt.

Die Fenster zeigen sich rot oder weiß geblendet, je nachdem die an einem um *c* drehbaren Anker eines Elektromagnets *E* befestigte weiß bemalte Scheibe sich vor die rote Blende des Fensters schiebt oder nicht. Dies geschieht nun, je nach der durchgesendeten Stromrichtung, durch den remanenten Magnetismus, durch welchen der Anker entweder am Süd- oder am Nordpol des Magnets hängen bleibt.

Sobald im Stationsbureau mittels der Drucktaste *A* die Kontakte der Stromleitung geschlossen sind und die Induktorkurbel *J* gedreht wird, werden die Ströme durch den Elektromagnet E_1 des korrespondierenden Apparats gesendet, wodurch dessen Anker *a* angezogen wird. Derselbe ist um *c* drehbar und hält mit seinem oberen hakenförmigen Ansatz den Querbalken *b* in der horizontalen Lage fest.

Wird der Anker angezogen, so läßt derselbe den Querbalken frei. Dieser ist um *d* drehbar und wird nun durch das am andern Hebelarm

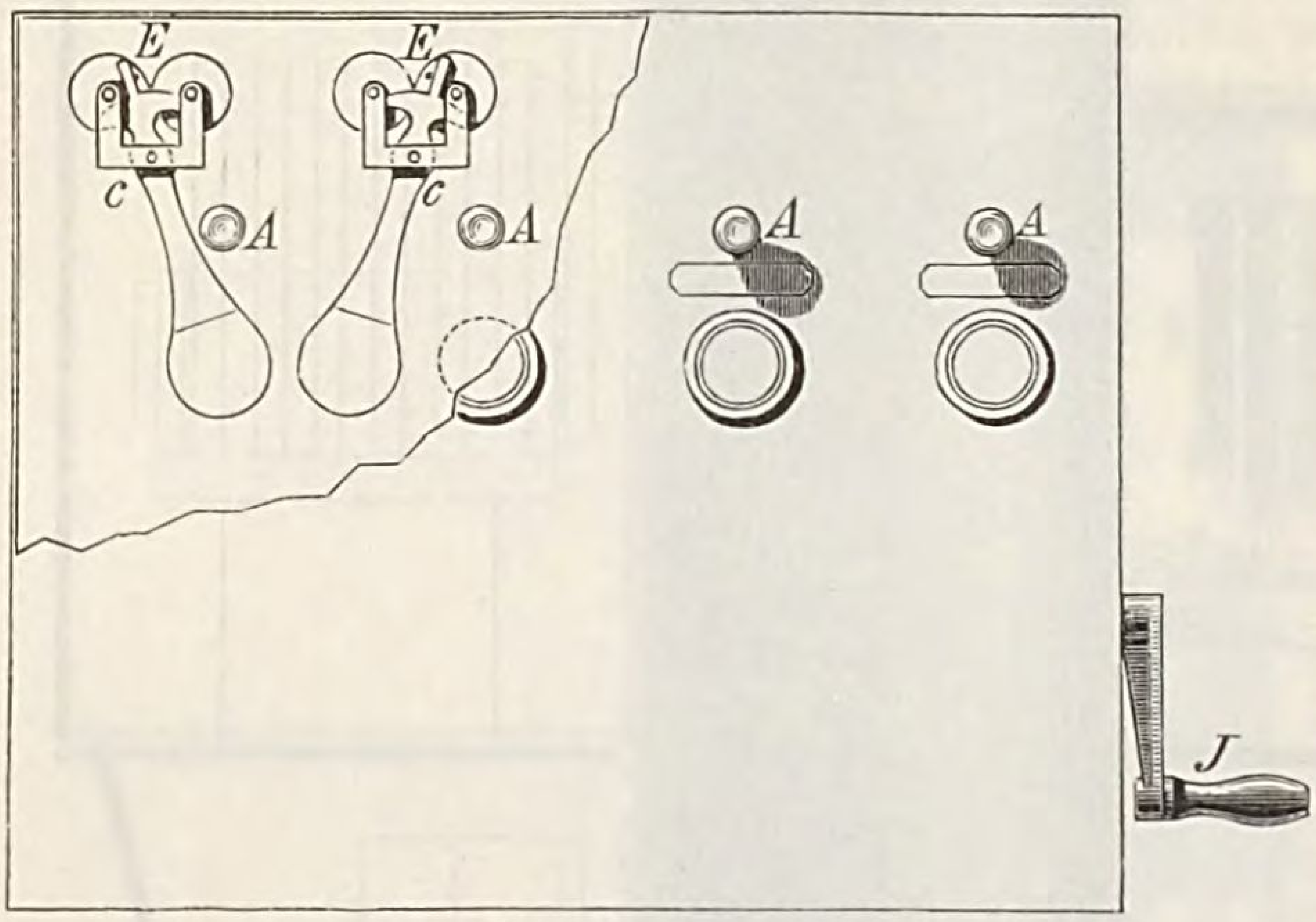


Fig. 236.

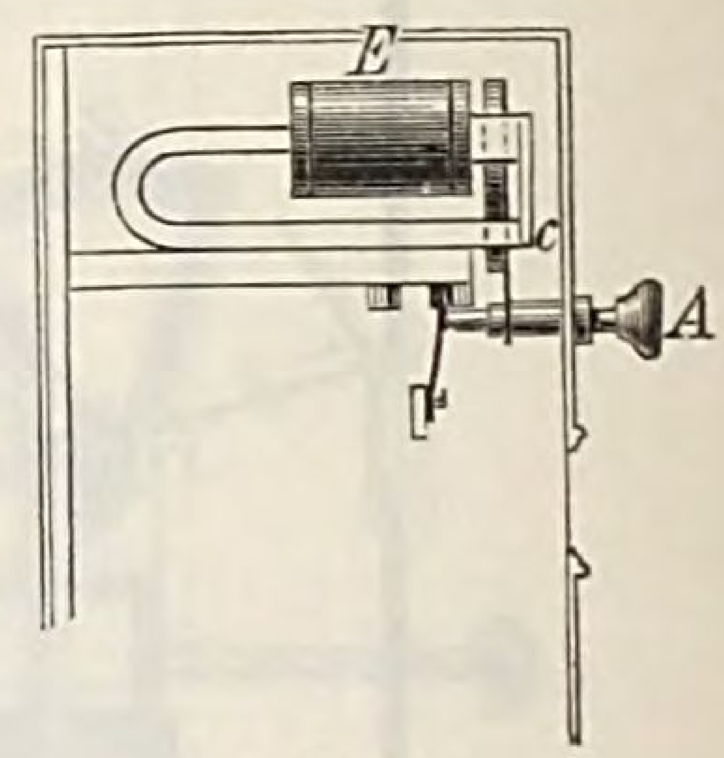


Fig. 237.

1 : 10

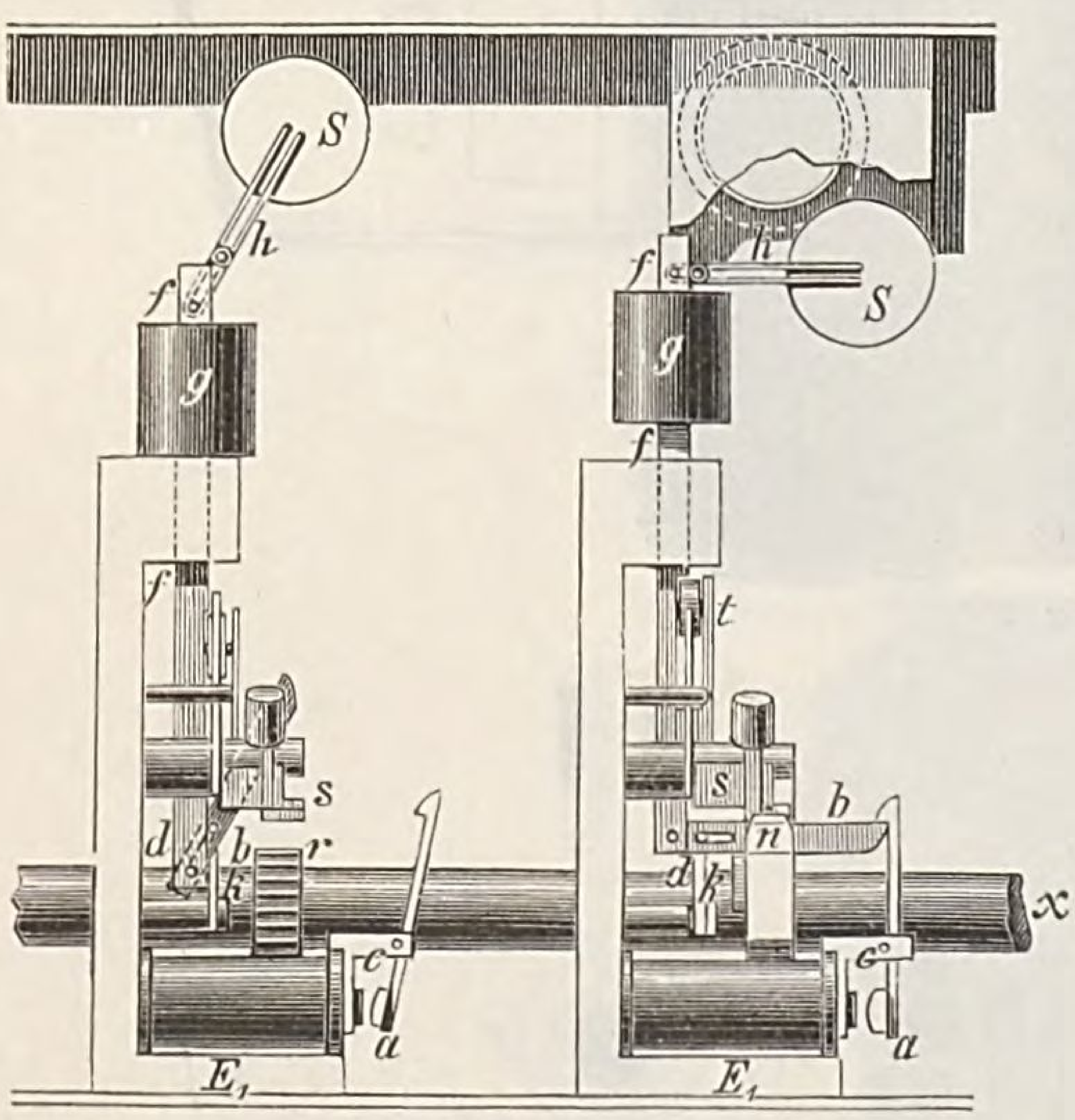


Fig. 238.

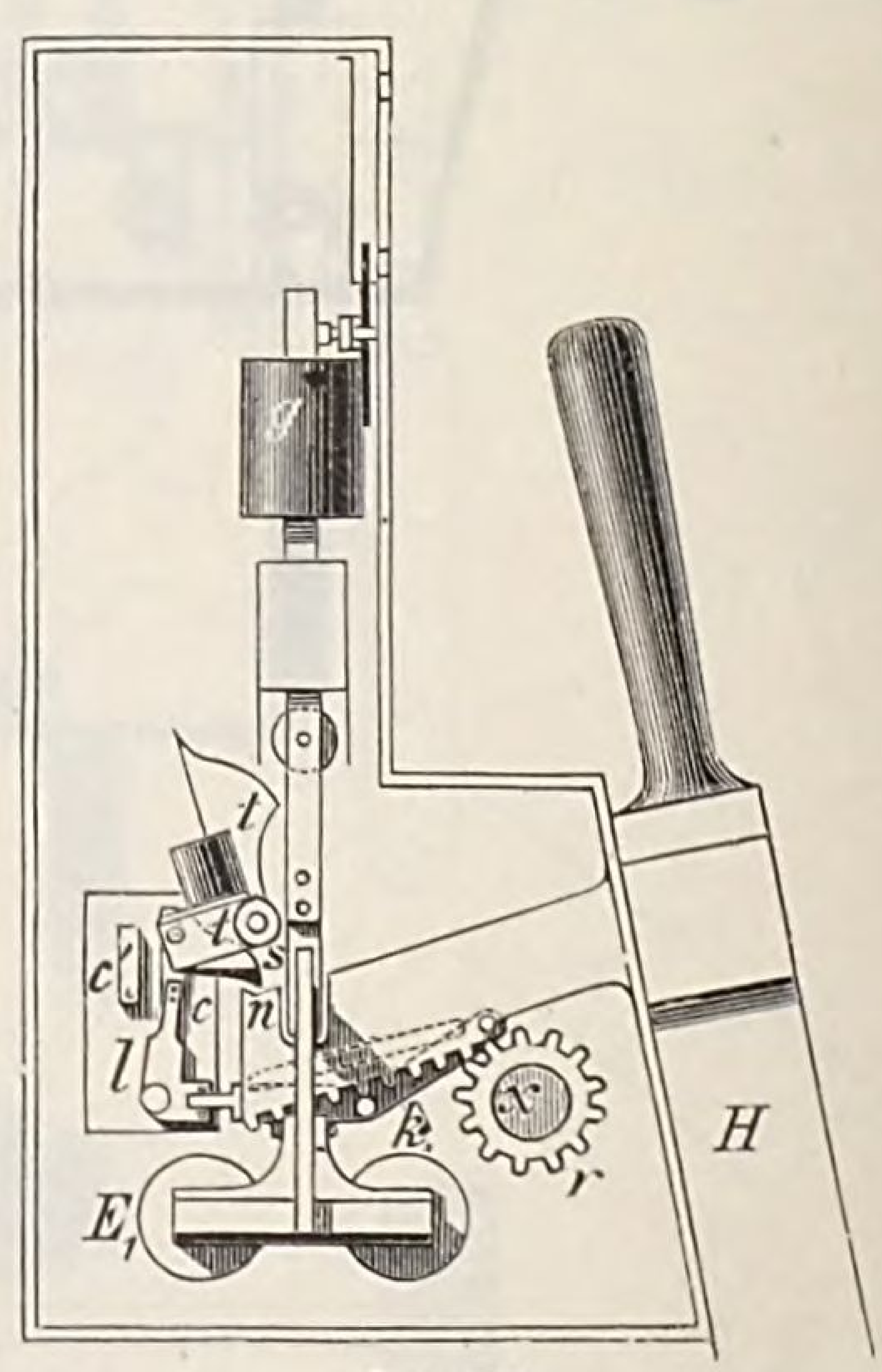


Fig. 239.

Die B. beim Centralstellwerk, welche mit den Stellhebeln der Signale durch die in Fig. 238 und 239 dargestellte mechanische Sperrvorrichtung in Verbindung stehen, befinden sich ebenfalls in eisernen, an der Vorderwand mit Fenstern versehenen Schutzkästen.

An den Signalhebeln ist ein Zahnbogensegment befestigt, welches im geschlossenen Zustand, d. i. bei Stellung der Signale auf „Verbot der Fahrt" durch den Sperrbalken *b* so festgehalten ist, daß der Hebel nicht bewegt werden kann.

wirkende Gewicht *g* nach aufwärts geschnellt. Bei dem Herabsinken des Gewichts wird der mit der Führungsstange *f* verbundene zweiarmige Hebel *h*, welcher an seinem zweiten Ende eine weiß bemalte Scheibe trägt, mitgezogen, so daß die Scheibe vor das Fenster tritt und die Freigabe des Signals anzeigt.

Wird der nun freigewordene Signalhebel *H* in die Freilage bewegt, so greifen die am unteren Rand des Zahnbogensegments angebrachten Zähne in das auf der Achse *x* aufgekeilte Zahnrad *r*, wodurch dasselbe in drehende Bewegung

gesetzt wird. Die Achse x ist allen Blockapparaten gemeinschaftlich, so daß dieselbe bei Bewegung jedes Signalhebels umgedreht wird. Am Ende derselben befindet sich die Zahnradübersetzung des Induktors.

Mit der Bewegung des Zahnbogens nach auswärts wird auch gleichzeitig eine Umschaltung der Leitung vorgenommen, indem hierbei das eine Ende des Kniehebels k nach abwärts gedrückt wird und dessen zweites Ende sonach auf den Kniehebel l so einwirkt, daß dessen längerer Arm von rechts nach links geschoben wird und von dem Kontaktpunkt c auf jenen c^1 übergeht. Der Stromlauf geht nun, wie aus Fig. 240 ersichtlich, vom Induktor über c_1, k zum Stationsblock nach c, durch die Elektromagnete E^1 des Stationsapparats, welcher nun den Anker desselben so anzieht, daß die weiße Scheibe hinter dem Fenster der Kastenwand erscheint und der Stationsbeamte die Verständigung über die erfolgte Freistellung des Signals erhält.

Wird der Signalhebel wieder in die Haltstellung zurückgebracht, so wird die Achse x durch das Zahnbogensegment in entgegengesetzter Richtung wie früher gedreht, daher wechselt auch die Stromrichtung des Induktors, und der Anker des Elektromagnets E^1 des Stationsbureaus, welcher früher an einem Pol haften blieb, wird nun an den andern Pol gezogen, die Scheibe verschwindet von dem Fenster und es erscheint darin wieder die rote Blende, so daß der Beamte nunmehr über die erfolgte Haltstellung in Kenntnis gesetzt ist. Mit der Haltstellung des Signalhebels ist derselbe aber auch gleichzeitig in dieser Lage gesperrt, indem die Stahlnase n am Zahnbogen an den Schnapper s anstößt und hierdurch den Winkelhebel t bewegt, dessen oberer Teil mit seinem gekrümmten Rand in einen Schlitz der Führungsstange eingreift und diese mit dem Gewicht hebt, wobei der Querbalken wieder in die horizontale Lage kommt und von dem Ansatz des Ankers a wieder festgehalten wird. Gleichzeitig ist auch die mit dem oberen Ende der Führungsstange in Verbindung stehende Scheibe S wieder nach abwärts bewegt worden, ist daher aus dem Fensterfeld gekommen, welches nun durch die fixe Blende wieder rot geblendet ist und damit den erfolgten Verschluß des Signalhebels anzeigt.

Schließlich wird der Winkelhebel k wieder in die ursprüngliche Lage gebracht und dadurch der Kontakt neuerlich gewechselt.

Der Signalwärter hat keine besondere Funktion mit dem B. zu vollziehen; da der Apparat aber nur mit einfachen Stromimpulsen arbeitet, ist derselbe von der atmosphärischen und tellurischen Elektricität nicht frei, so daß dessen Auslösung durch Blitzschläge erfolgen kann.

Ein ähnlicher Blockapparat ist jener von Löbekke. Bei diesen erfolgt die Verschließung des Signals ebenfalls automatisch, u. zw. bei der Rückstellung des Signalhebels durch ein Zahngetriebe, welches eine Welle in Bewegung setzt, die mit dem Triebwerk des Induktors in Verbindung steht. Hierbei werden Wechselströme verwendet.

Durch den 1882 von Schellens konstruierten Blockapparat für Stations-Ein- und -Ausfahrten werden die Signale ebenfalls gleichzeitig mit deren Rückstellung auf „Halt" selbstthätig verschlossen. Die Station erhält über die vorgenommene Freistellung des Signals seitens des Wärters, sowie über die vorgenommene Verschließung optische Zeichen an dem Apparat.

Der Apparat wird durch galvanische Batterieströme betrieben, steht sonach gegen jene mit Induktionsstrombetrieb an Sicherheit zurück.

Die Wirkungsweise desselben ist aus Fig. 241 und 242 ersichtlich. In Fig. 242 ist ein

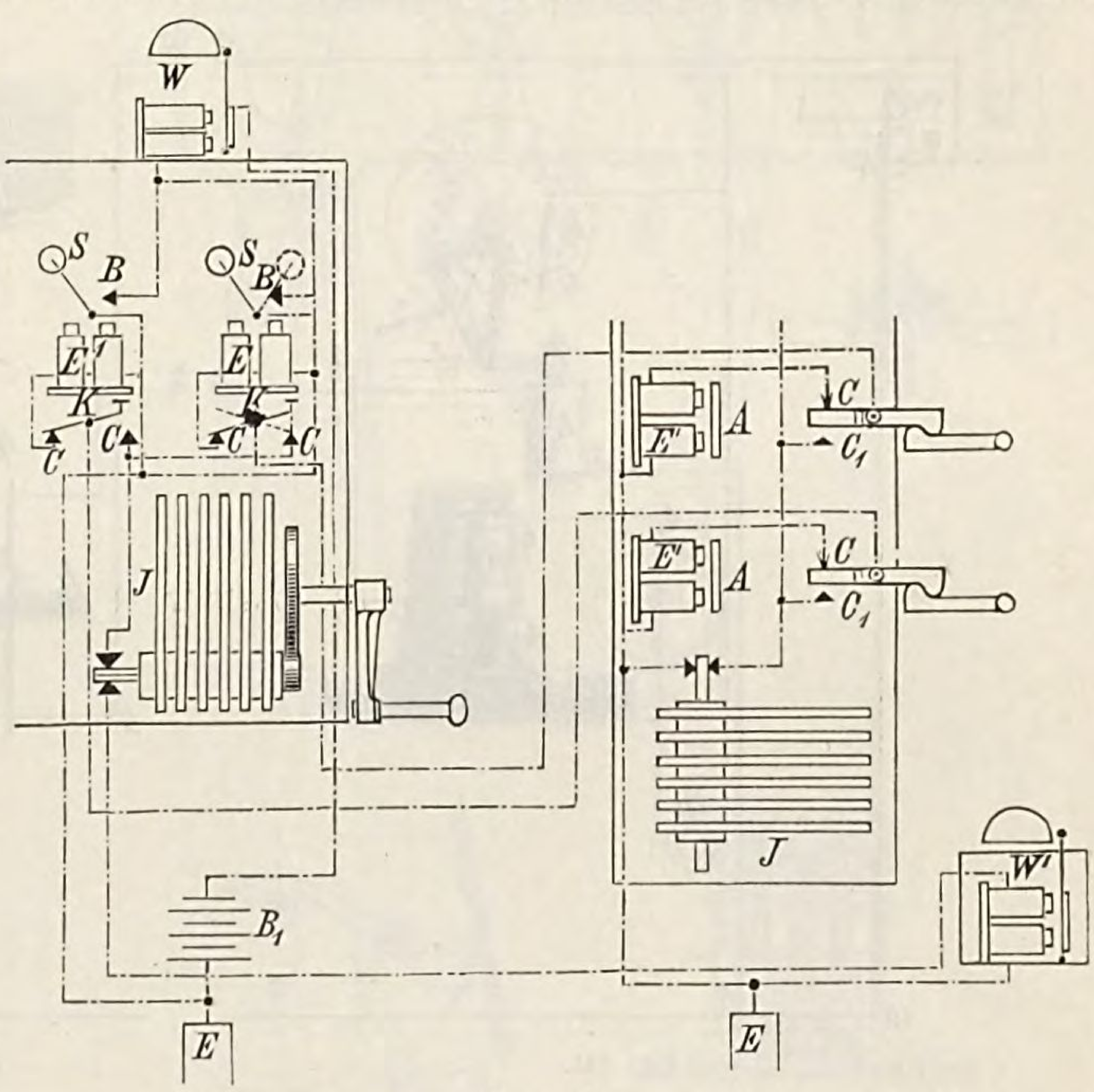


Fig. 240.

Blockfeld des Stationsapparats dargestellt, dessen oberer Teil in der Zeichnung um 90° gedreht ist. Die Freigabe des Signals erfolgt durch Aufheben des an der Scheibe C befestigten und an der Vorderwand des Schutzkastens hervorragenden Hebels h.

In der oberen Stellung des Hebels wird der Stift t durch den Schnapper n festgehalten und so die Zurückdrehung der Scheibe gehindert. In dieser Stellung ist der Stromschluß der Batterie B_1 zwischen den Kontaktfedern o und o^1 hergestellt, und der Strom cirkuliert von B_1 über $1, o, o^1, 2, 3$ durch den Elektromagnet E_1 und von da über 4 (Erde) zur Batterie zurück.

Hierbei wird der Anker A_1 angezogen und mittels Zahngetriebes die auf der Achse x befestigte, rot und weiß bemalte Scheibe so gedreht, daß in dem Fensterchen des Schutzkastens beim Wärter die zwischen dem Kreuz freibleibenden Felder f f, welche früher rot

geblendet waren, nunmehr weiß geblendet erscheinen.

Durch die beim Anziehen des Ankers A_1 erfolgte Drehung des Zahnbogensegments wird ein Kontakt zwischen *i* und *k* hergestellt, so daß nun der Strom der Batterie B_2 geschlossen und von B_2 über *k*, *i*, *d*, *5* durch die Spulen des Elektromagnets E_2 und von da nach B_2 zurück cirkuliert.

Hierbei wird der mit dem Sperrkegel *s* verbundene Anker A_2 angezogen und ersterer aus dem Ausschnitt *a* der mechanischen Signalhebelsperre ausgehoben. Der Signalhebel kann nun gezogen werden.

Bei der Freistellung des Signals *S* bewegt sich die Sperrvorrichtung in der Richtung des Pfeils, am Signal *S* wird ein Kontaktschluß bei *u* hergestellt, hierdurch der Strom der Batterie B_3 geschlossen, welcher nun von B_3 über *7*, E_3, *8*, E_4, *9*, *u*, *10* nach B_3 zurückkehrt. Hierbei wird einerseits der Anker A_3 von E_3 angezogen und mittels des an demselben befestigten Zahngetriebes die um *y* drehbare Scheibe so gewendet, daß die Felder *f* des Fensterchen im Stationsapparat weiß geblendet erscheinen und der Stationsbeamte über die erfolgte Freistellung in Kenntnis gesetzt wird; andererseits wird der um *z* drehbare Anker A_4 von E_4 angezogen, wodurch der Schnapper *n* zurückgezogen wird, den Stift *t* losläßt und die Scheibe *C* mit dem Hebel *h* in die ursprüngliche Lage zurückfällt.

Hierdurch wird der Kontakt zwischen *o* und o_1 wieder aufgehoben, der Anker A_1 wird von E_1 nicht mehr festgehalten und das Zahngetriebe mittels der Feder *e* wieder in die Ruhelage zurückgezogen, hierbei erscheinen die Felder *f* des Blockfensterchens rot geblendet.

Gleichzeitig wird der Kontakt bei *i* unterbrochen und dadurch der Anker A_2 vom Elektromagnet E_2 losgelassen, wodurch der Sperrkegel *s* auf die Signalsperrvorrichtung herabsinkt. Wird das Signal wieder in die Haltstellung gebracht, so fällt der Sperrkegel *s* in die Ausnehmung *a* und der Signalhebel ist arretiert.

Ferner wird der Kontakt bei *u* unterbrochen, die Anker A_3 und A_4 werden von den Elektromagneten E_3 und E_4 losgelassen und kehren in ihre ursprüngliche Lage zurück.

Das Zahngetriebe bewegt die Scheibe im Blockfensterchen des Stationsapparats wieder zurück und die Felder *f* desselben erscheinen rot geblendet. Der Schnapper *n* ist wieder so gestellt, daß bei einer neuerlichen Freigabe der Stift *u* wieder festgehalten wird.

Außer den elektrischen B. wurden auch solche mit rein mechanischer Übertragung angewendet. Ein solcher, für die Freigabe und die Verschließung der Signale auf Bahnhöfen bestimmt, ist von Schnabel und Henning konstruiert worden.

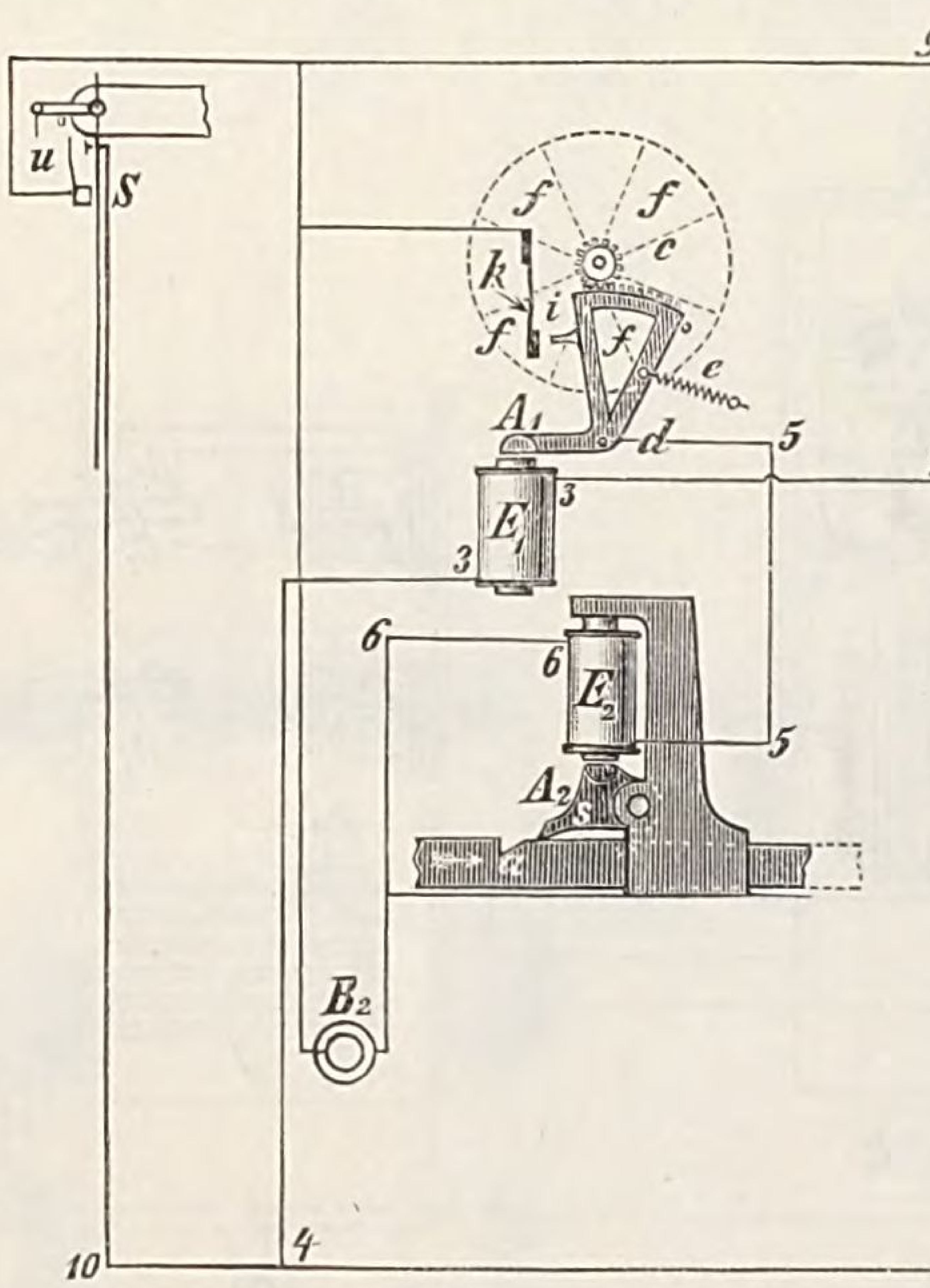


Fig. 241.

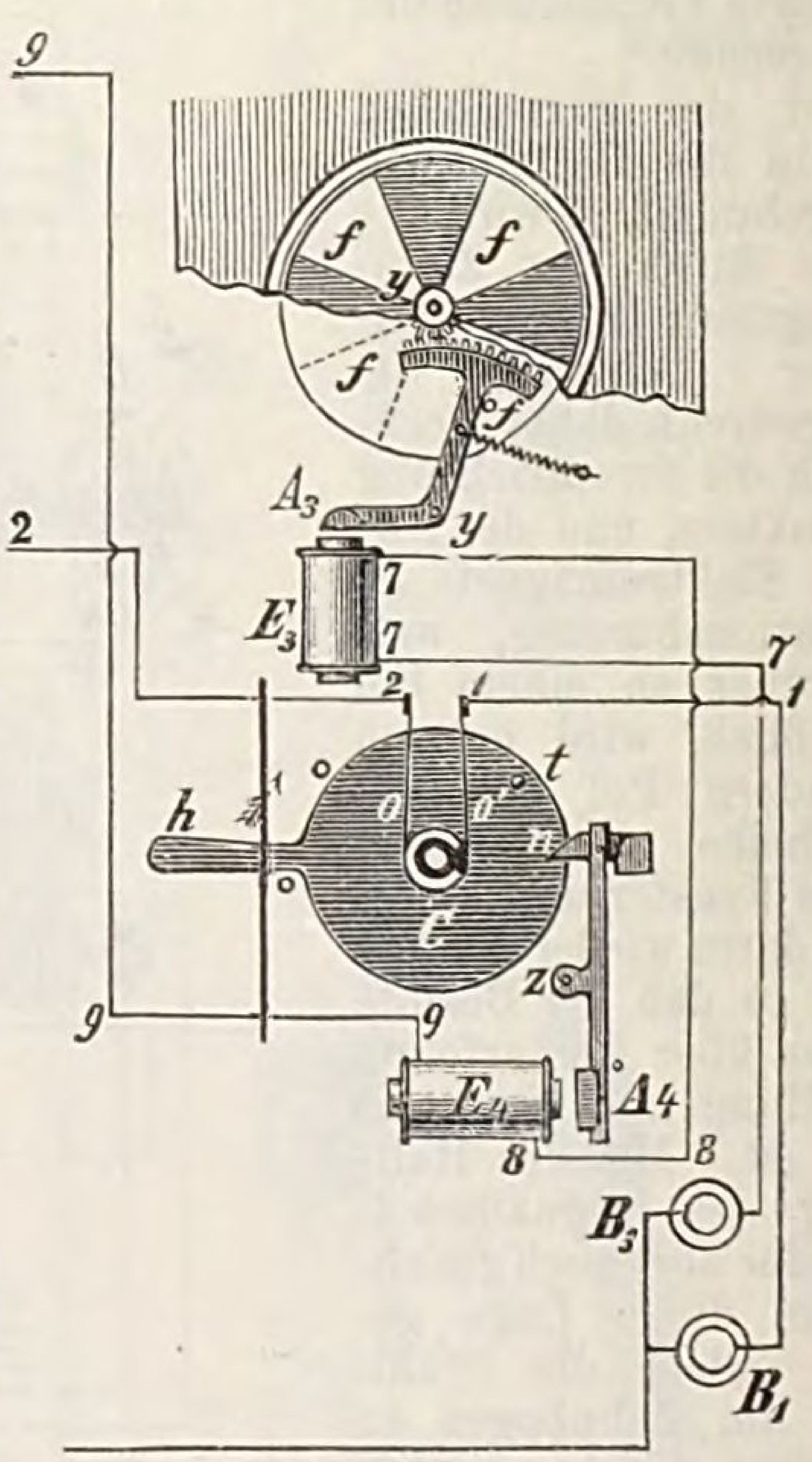


Fig. 242.

Der im Stationsbureau befindliche Apparat ist in Fig. 243, 244, jener im Weichen- und Signalturm in Fig. 245—247 dargestellt.

Die Verbindung der Rollen *N* des Stationsapparats mit jenen *P* des Signalturms ist durch Doppelstahldrahtzüge hergestellt.

Die Bewegung der Rollen kann nur vom Stationsapparat aus, und zwar mittels der Kurbeln *K* vorgenommen werden. Bei der aufrechten Stellung der Kurbel sind die Signalhebel verschlossen; bei der Drehung derselben nach rechts wird der eine, bei der Drehung nach links der zweite Signalhebel freigegeben.

Nachdem mit jeder Rolle zwei Signale verschlossen werden können, sind am Stationsapparat nur halb soviel Rollen, als Signale vorhanden sind, nebeneinander angeordnet.

Die Rollen sind gegenseitig durch Schieber in Abhängigkeit gebracht, um die gleichzeitige Freigabe kollidierender Fahrstraßen unmöglich zu machen. Die Schieber greifen in Ausschnitte

der mit den Rollen N auf einer Achse festgekeilten Riegelrollen T ein, wodurch die Kurbeln nach Bedarf festgehalten werden.

Die Rollen P des Apparats am Stellwerk besitzen Ränder, welche mit Ausschnitten versehen sind und je nach der Stellung der Rolle die Bewegung des Winkelhebels a gestatten oder sperren.

Nachdem die Umstellung des Signalhebels nur möglich ist, wenn die Riegelstange U nach

Bei aufrechter Stellung der Kurbel, bei welcher der volle Rand der Rolle P vor dem Winkelhebel steht und dessen Bewegung hindert, erscheint das im Schutzkasten angebrachte Kontrollfenster rot geblendet, nachdem die halb rot, halb weiß bemalte Scheibe, welche am Ende des zweiarmigen Hebels $m—n$ befestigt ist, mit ihrer roten Fläche vor dem Fenster steht. Bei Umdrehung der Rolle P, durch welche die Freigabe eines Signals erfolgt, wird

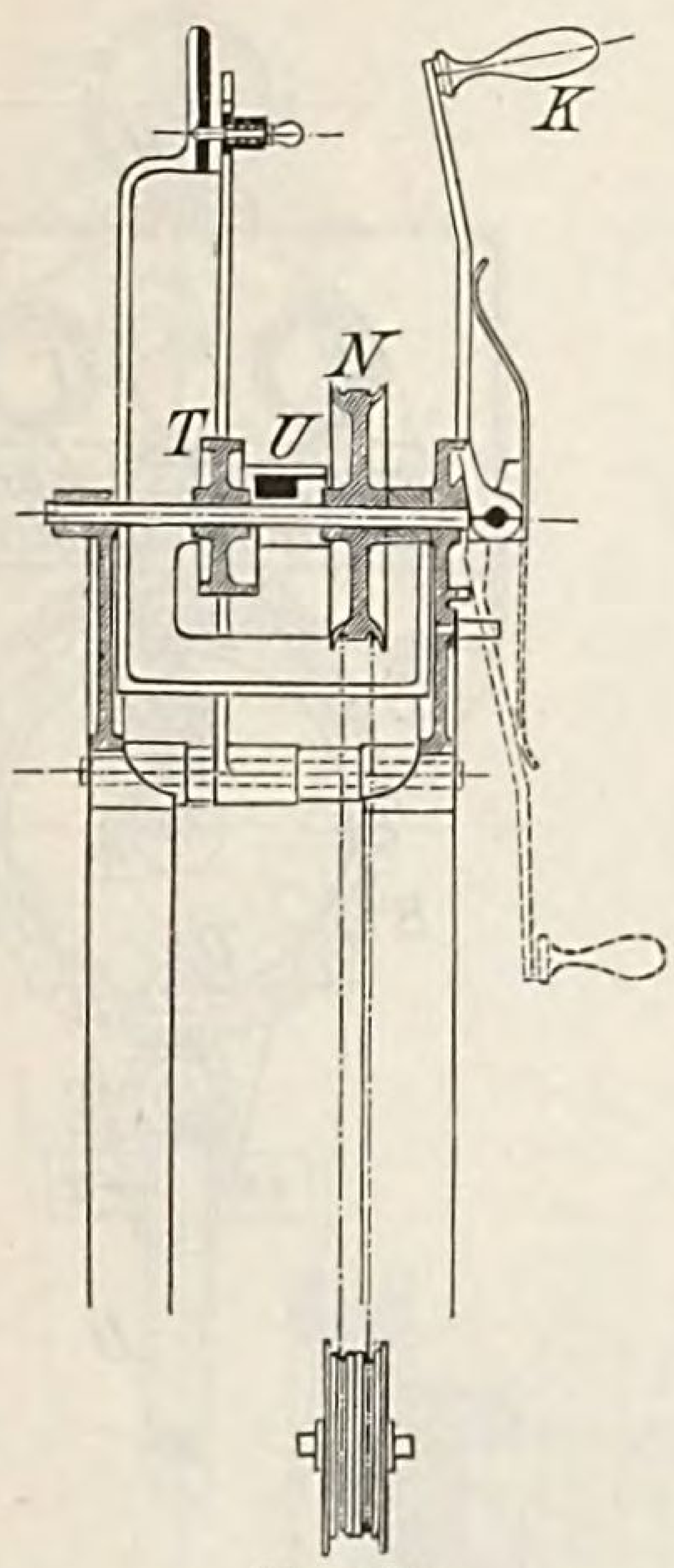


Fig. 243.

1 : 10

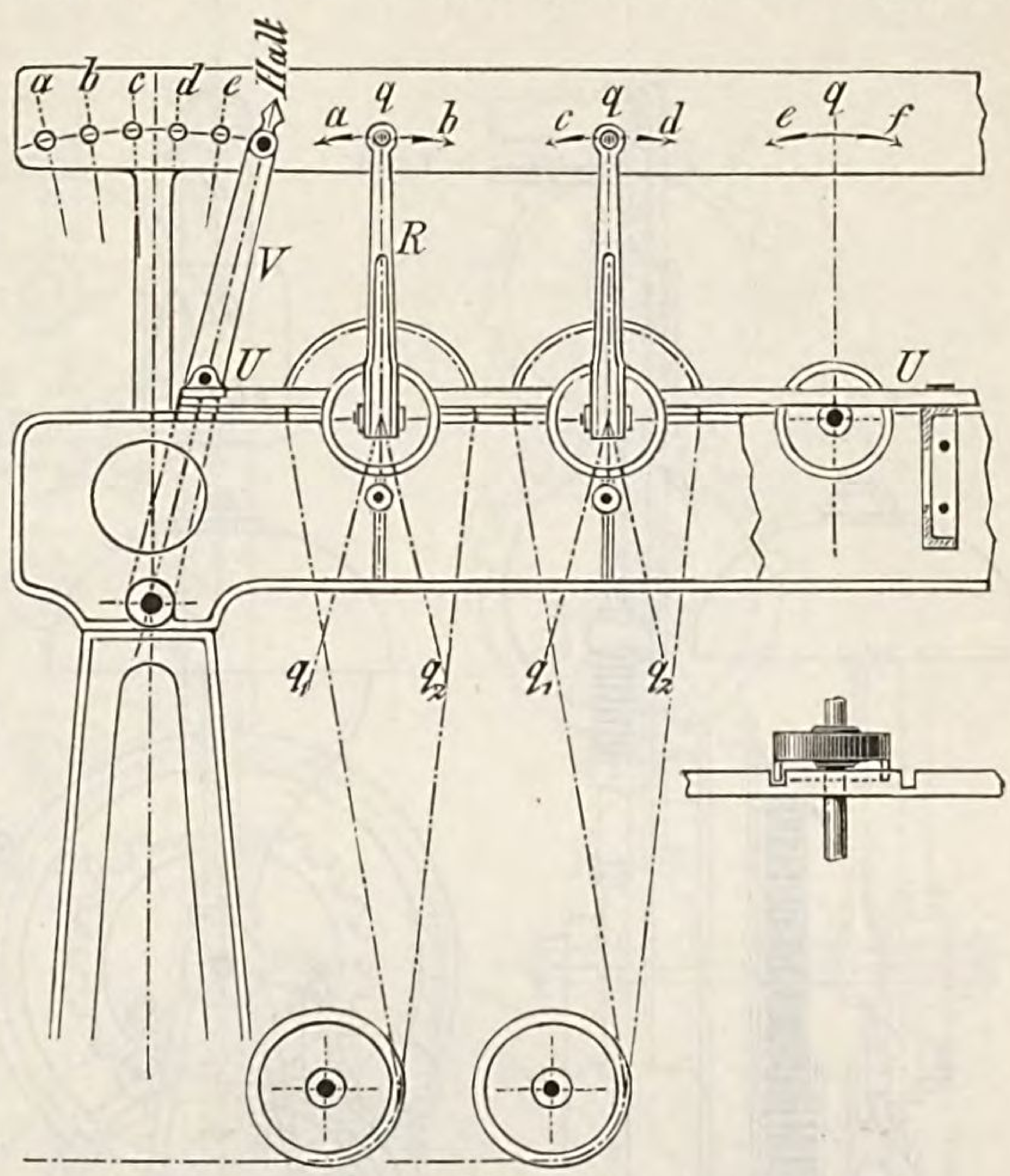


Fig. 244.

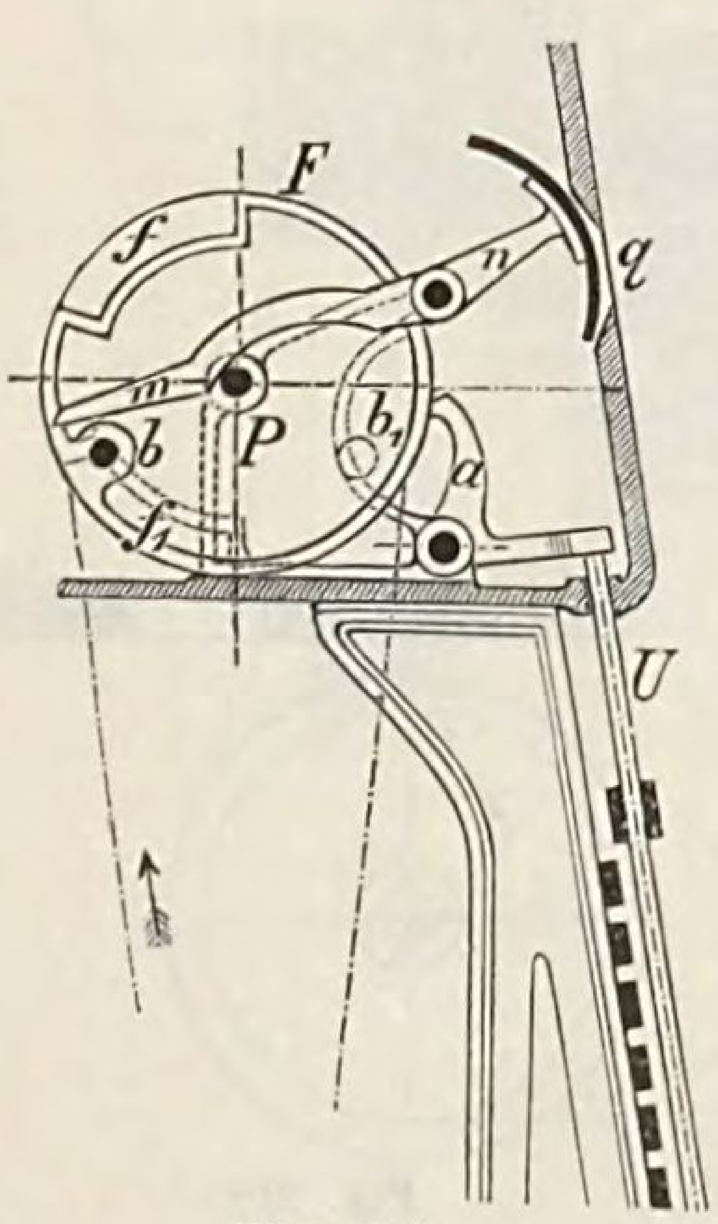


Fig. 245.

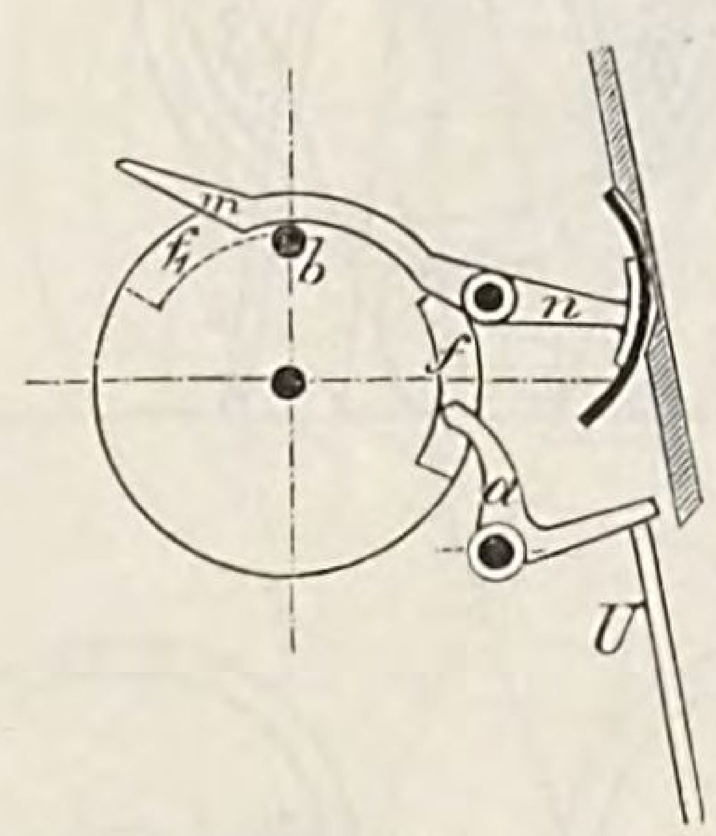


Fig. 246.

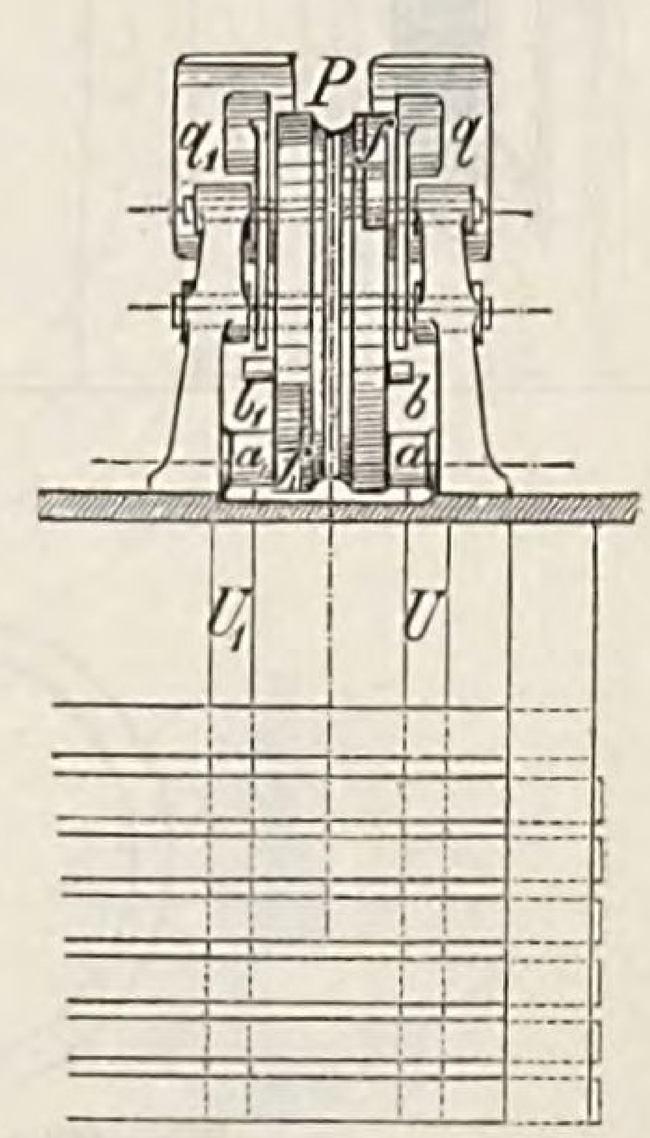


Fig. 247.

aufwärts bewegt werden kann, dies aber — außer der richtigen Stellung der Hebel des Stellwerks — bedingt, daß der Winkelhebel ebenfalls beweglich ist, so kann die Umstellung des Signalhebels nur erfolgen, wenn die Rolle P derart gedreht ist, daß der Winkelhebel in einen Ausschnitt des Rollenrands eintreten kann.

Diese Stellung der Rolle entspricht der abwärts gestellten Kurbel der entsprechenden Rolle N des Stationsapparats.

der Hebel $m—n$ von dem Stift b der Rolle P erfaßt und nach aufwärts gehoben, die Scheibe gesenkt, so daß dieselbe mit ihrer weißen Fläche vor das Fenster zu stehen kommt.

Solange sich der Signalhebel in der Freilage befindet, kann die Kurbel des Stationsblockapparats nicht zurückgedreht werden. Am Stationsapparat erscheint keine optische Kontrolle über die vorgenommene jeweilige Stellung der Signale, jedoch kann diese durch einen ge-

wöhnlichen elektrischen Kontrollapparat, welcher an den Signalarmen Kontaktpunkte besitzt, in einfacher Weise erreicht werden.

Seit dem Jahr 1885 ist auf mehreren deutschen Eisenbahnen das mechanische Blocksystem von Büssing (M. Jüdel in Braunschweig) in Verwendung (Fig. 248 *a*, *b*, 249—254).

Bei demselben wird das Signal nach der

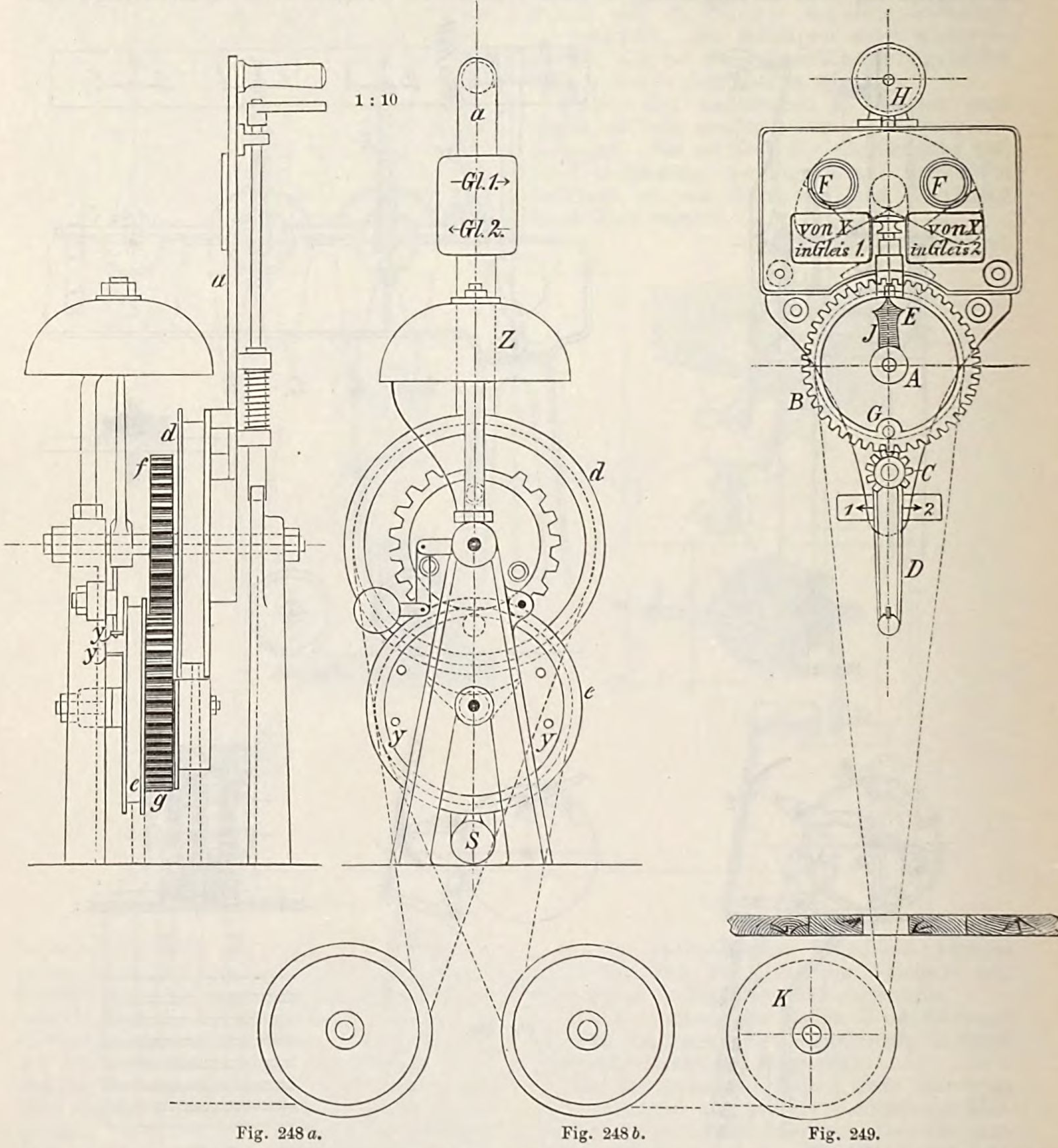


Fig. 248 *a*. Fig. 248 *b*. Fig. 249.

Rückstellung auf „Halt“ selbstthätig gesperrt, so daß der Wärter dasselbe nicht zum zweitenmal auf „Freie Fahrt“ stellen kann, ferner kann das Signal vom Stationsbureau aus unabhängig vom Wärter jederzeit auf „Halt“ gestellt werden.

Die Drahtzugrolle *d* des Signalhebels am Stellwerk ist mit einem gezahnten Rad gekuppelt, dessen letzte, etwas verlängerte Zähne *h* bei der Haltstellung des Signals und dessen Verschließung durch den Stationsapparat auf dem vollen Rand der „Freigaberolle“ *g* aufliegen, wodurch die Umlegung des Signalhebels gehindert ist (Fig. 250).

Wird vom Stationsapparat aus das Signal freigegeben, so dreht sich die Freigaberolle soweit, daß der Zahn *h* in den ersten Zahnausschnitt *m* der Rolle *g* zu stehen kommt und der erste Zahn der letzteren an den Zahn *h* anstößt. Gleichzeitig ertönt eine Glocke und erscheint eine an der Rolle *g* befestigte, weiße Scheibe am Stellwerk, wodurch der Wärter über die erfolgte Freigabe verständigt wird.

Stellt der Wärter den Signalhebel *a* um, so drehen sich mittels des nun in Eingriff gelangten Zahngetriebes beide Rollen *d* und *g* wie in Fig. 252 dargestellt. Nachdem der Signalhebel in der Freilage nicht eingeklinkt wird, ist es dem Stationsbeamten möglich, die Freigaberolle *g* jederzeit wieder in die Stellung Fig. 251 zu bringen und hierdurch das Signal wieder auf „Halt“ zurückzustellen.

Der Stationsapparat besteht aus einer Stellrolle A, in deren Zahnkranz ein kleineres Zahnrad C eingreift, welches sich lose auf einem Zapfen dreht und mittels einer Einklinkung mit der auf demselben Zapfen befindlichen Kurbel verbunden werden kann.

Über dem Gehäuse befindet sich eine Glocke, welche bei der Bewegung der Signalscheiben ertönt.

Um ein Signal freigeben zu können, muß die in der Ruhelage nach abwärts hängende Kurbel D durch Einklinkung mit der Rolle C

1 : 10

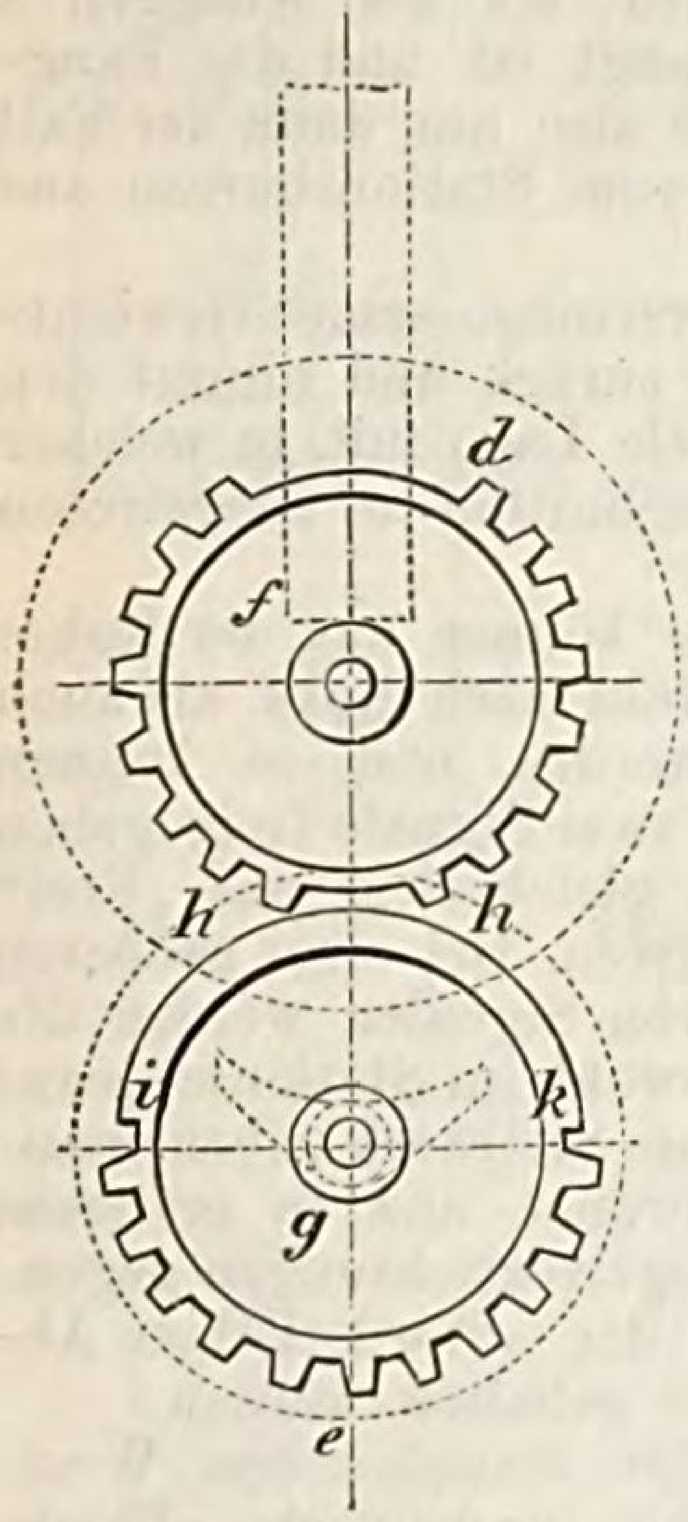


Fig. 250.

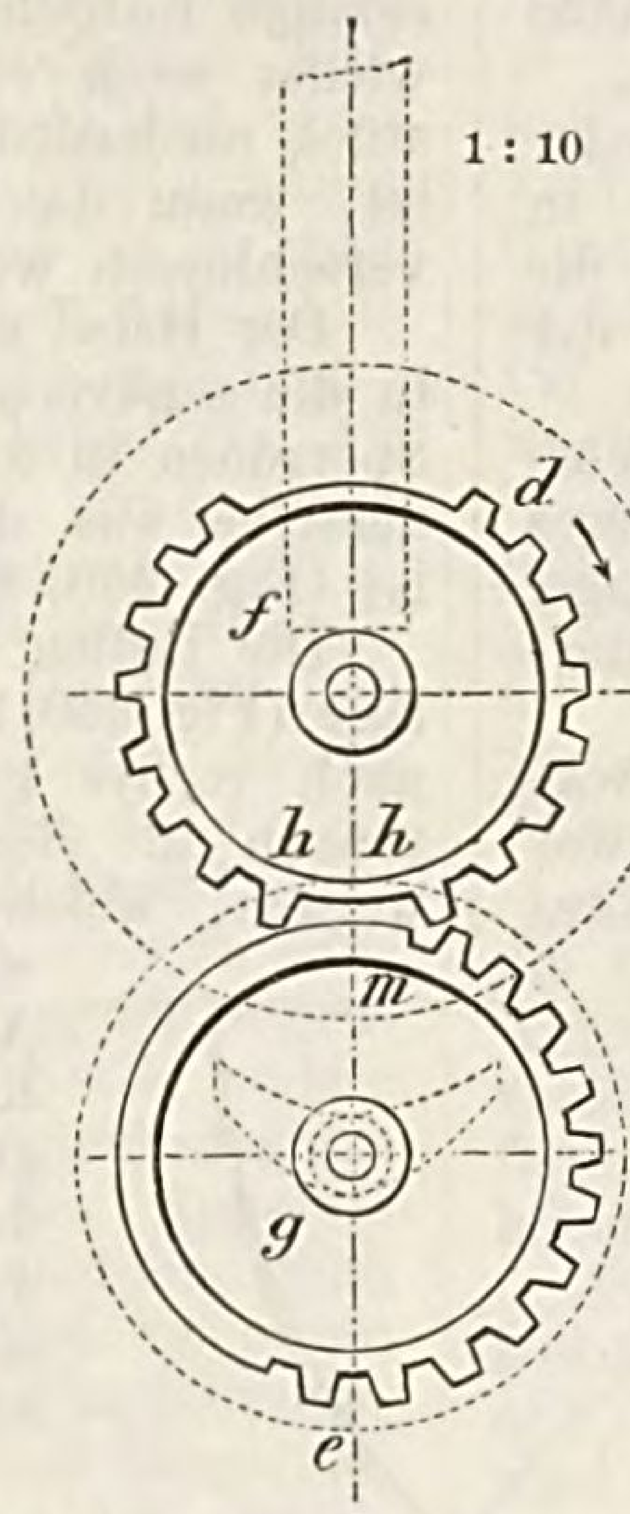


Fig. 251.

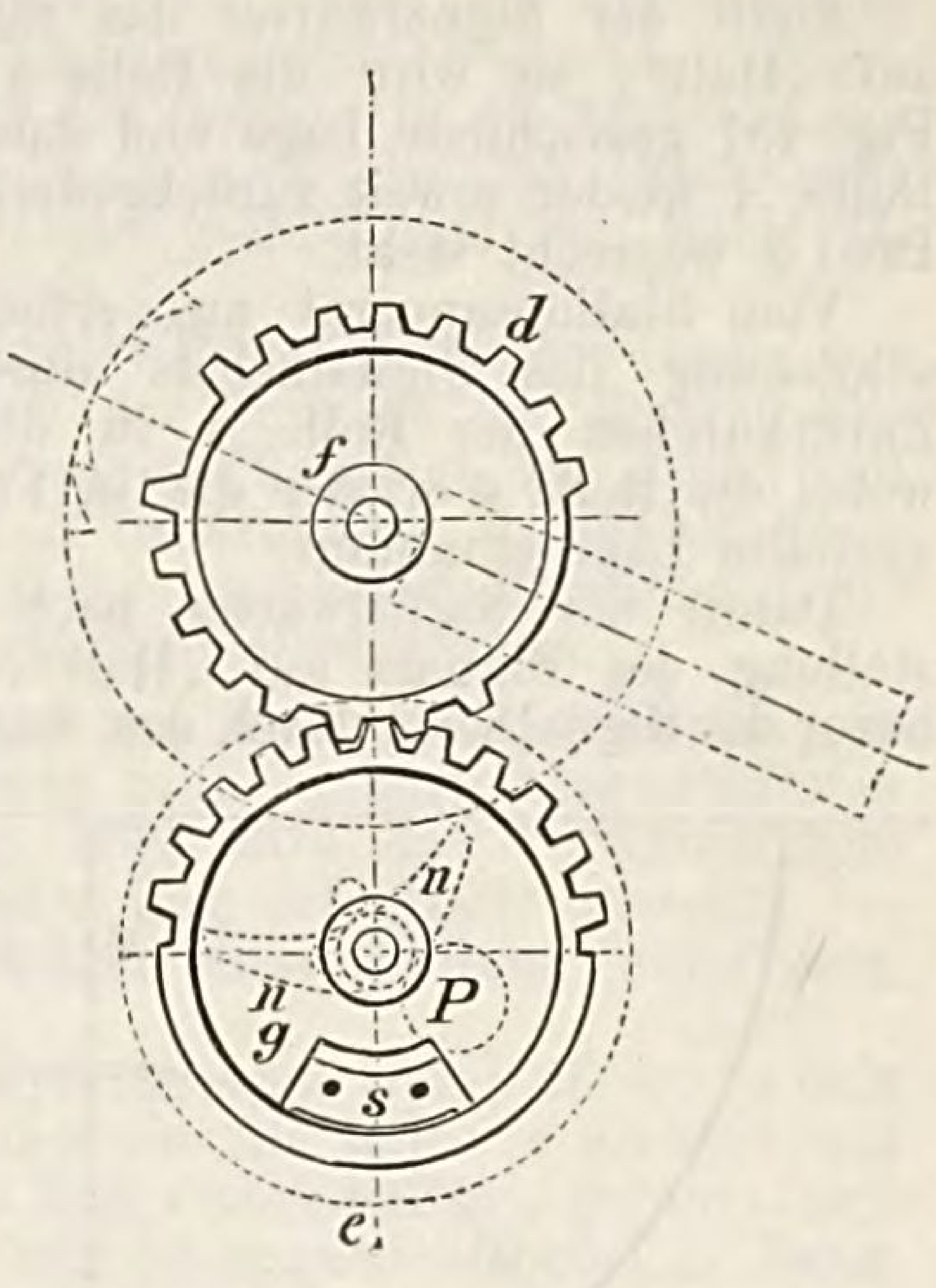


Fig. 252.

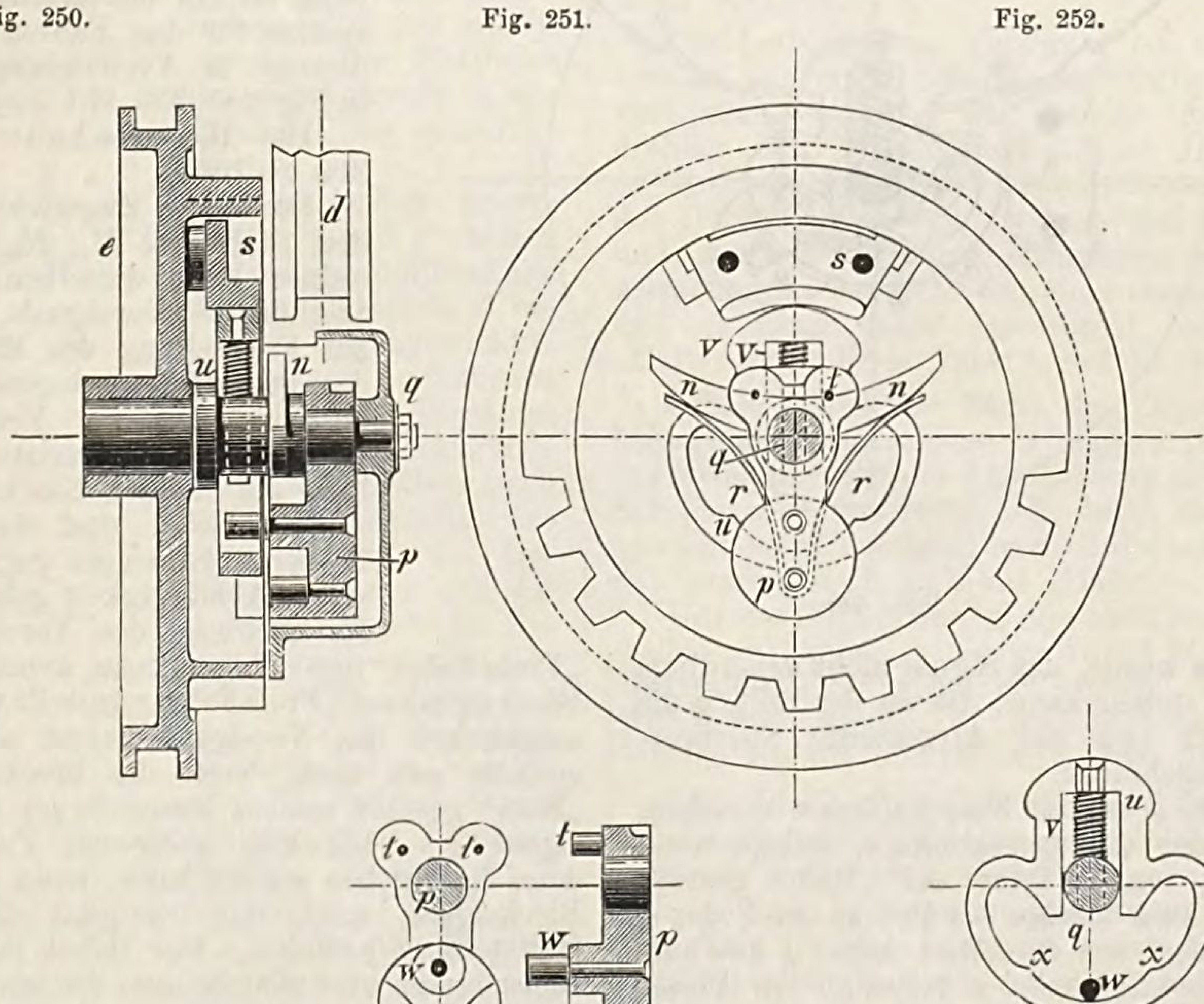


Fig. 253.

Die Rolle A wird durch eine Federklinke E in der Ruhelage festgehalten.

Oberhalb der Rolle A befindet sich in einem Gehäuse die Bewegungsvorrichtung für die in den Fensterchen F erscheinenden Signalscheiben, welche bei halber Drehung der Rolle A durch den an dieser befindlichen Stift G in Thätigkeit gesetzt werden.

in Verbindung gebracht und gleichzeitig die Rolle A durch Drücken auf die Federklinke freigemacht werden. Die Rolle A muß nun soweit herumgedreht werden, bis der Zeiger J wagrecht gestellt ist.

Hierdurch ist am Signalstellwerk die Freigaberolle in die in Fig. 251 dargestellte Lage gekommen.

Bei der Umlegung des Signalhebels am Stellwerk in die Freilage wird die Rolle g und dadurch auch die Rolle A in gleicher Richtung weiterbewegt, der Stift G kommt nach aufwärts zu stehen und setzt die Bewegungsvorrichtung der Signalscheiben in Thätigkeit, so daß in dem betreffenden Fensterchen eine weiße Scheibe erscheint und die Glocke H ertönt.

Stellt der Signalwärter das Signal wieder auf „Halt“, so wird die Rolle g in die in Fig. 251 gezeichnete Lage und damit auch die Rolle A wieder soweit zurückgedreht, daß der Pfeil J wagrecht steht.

Vom Stationsapparat aus erfolgt die Verschließung des Signalhebels durch weiteres Zurückdrehen der Rolle A in die Ruhelage, wobei die Rolle g wieder die in Fig. 250 dargestellte Lage einnimmt.

Damit der Signalwärter nach der Rückstellung des Signals auf „Halt“, und zwar bevor der Signalhebel durch den Stationsapparat verschlossen wurde, das Signal nicht neuerdings auf „Frei“ stellen kann, ist an der Rolle g die in Fig. 253 und 254 dargestellte Sperrvorrichtung angebracht.

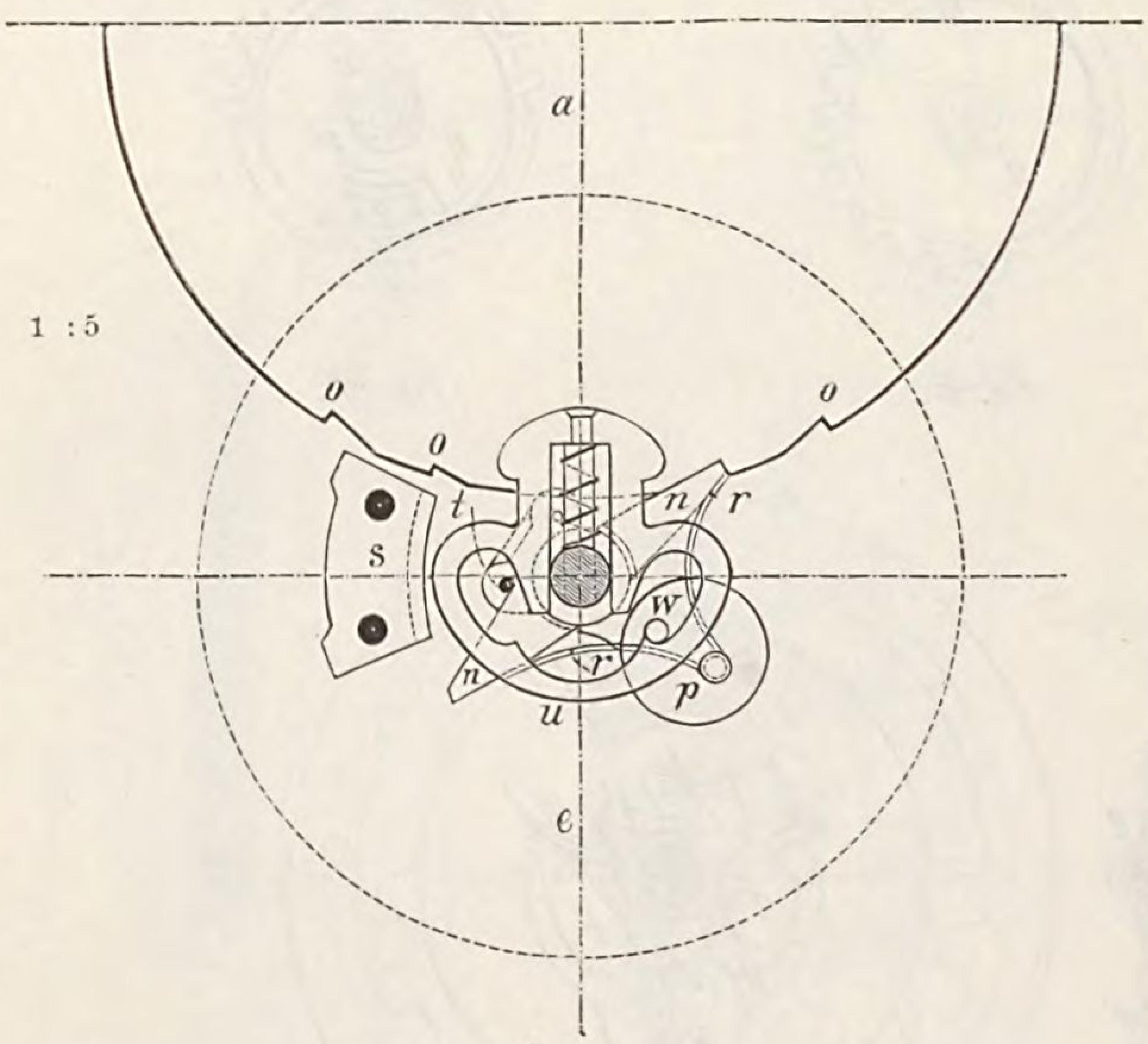


Fig. 254.

Die Rolle d ist mit Einschnitten o versehen, in welche sich die Sperrklinke n einlegt, wenn das Signal vom Wärter auf „Halt“ gestellt wurde, und zwar infolge des Drucks der Feder r, welche an dem auf derselben Achse q lose aufsitzenden Gewichtshebel p befestigt ist. Dieser Hebel p, welcher in der Ruhelage nach abwärts hängt, wird durch den an der Rolle g befestigten Knaggen s bei der Freistellung des Signals (Fig. 252) nach aufwärts gedreht und drückt nun mittels des Stifts t die Sperrklinke gegen den Rand der Rolle d. Damit der Hebel p beim Zurückdrehen der Rolle g nicht in seine Ruhelage zurückkehren kann, ist das Fangstück u angebracht. Dasselbe ist auf dem Zapfen q senkrecht nach auf- und abwärts ververschiebbar und wird durch die Feder v stets nach aufwärts gedrängt.

Wenn das Signal vom Stationsapparat aus verschlossen wurde, befindet sich der Knaggen s oben und drückt das Fangstück u nach abwärts. Wird das Signal freigegeben, so verläßt s das Fangstück, dessen Feder v dasselbe nunmehr nach aufwärts schnellt, wodurch der an dem Hebel p angebrachte Stift w in der Ausnehmung x solange festgehalten wird, bis der Knaggen s wieder nach oben gelangt ist und das Fangstück niederdrückt, was also nur dann der Fall ist, wenn das Signal vom Stationsbureau aus verschlossen wurde.

Der Hebel p kehrt vermöge seines Gewichts in die senkrechte Lage zurück und nimmt den Sperrdorn in die normale Lage mit, in welcher derselbe aus den Ausschnitten o ausgetreten ist (Fig. 250, 251).

Die Rollen d und g können aus der Ruhelage (Fig. 250, 252) sowohl nach links, als auch nach rechts gedreht werden, und es können sonach mit einer Rolle zwei Signale freigegeben werden, welche nicht gleichzeitig auf „Frei“ stehen dürfen. Bei einer größeren Anzahl von Signalen werden die Rollen sowohl im Stationsapparat als auch am Stellwerk nebeneinander angeordnet und in ersterem durch Riegelvorrichtungen gegenseitig in der erforderlichen Abhängigkeit gehalten werden.

Auf der französischen Westbahn ist ein mechanisches Blocksystem für das Fahren in Raumdistanz in Verwendung, welches in Fig. 255, 256, 257 dargestellt ist.

Die Blockabschnitte betragen 300 bis 700 m.

Für jede Zugsrichtung sind drei Stellhebel H_1, H_2, H_3 angeordnet. Einer derselben dient zur Stellung des Vorsignals, der zweite zur Freistellung des Blocksignals des rückwärts gelegenen Blockpostens, also zur Freigabe der Blockstrecke, der dritte zur Stellung des eigenen Blocksignals.

Die Hebel sind durch einen Riegelmechanismus gegenseitig in solche Abhängigkeit gebracht, daß die Stellung des Vorsignals auf „Freie Fahrt“ nur erfolgen kann, wenn vorher das Blocksignal auf „Freie Fahrt“ gestellt wurde, und umgekehrt. das Vorsignal zuerst auf „Halt“ gestellt sein muß, bevor das Blocksignal auf „Halt“ gestellt werden kann; ferner das Blocksignal des rückwärts gelegenen Postens nur dann freigegeben werden kann, wenn das eigene Blocksignal, sowie das Vorsignal sich in der Haltstellung befinden. Der Hebel des eigenen Blocksignals wird mittels eines Zwischenapparats in der Haltstellung solange gesperrt gehalten, bis das Signal vom vorgelegenen Posten auf „Freie Fahrt“ gestellt wurde.

Der Hebel H_3 des eigenen Blocksignals kann nur zur Haltstellung desselben verwendet werden und ist mit diesem Signal nicht direkt in Verbindung gebracht, sondern mit einer in die Signaldrahtleitung eingefügten Ein- und Ausschaltevorrichtung (Fig. 256), in welche die Drahtleitung vom vorgelegenen Posten und jene zum Blocksignal eingeführt ist.

Die vom vorliegenden Posten *3* (Fig. 255) kommende Drahtleitung greift an dem Winkel-

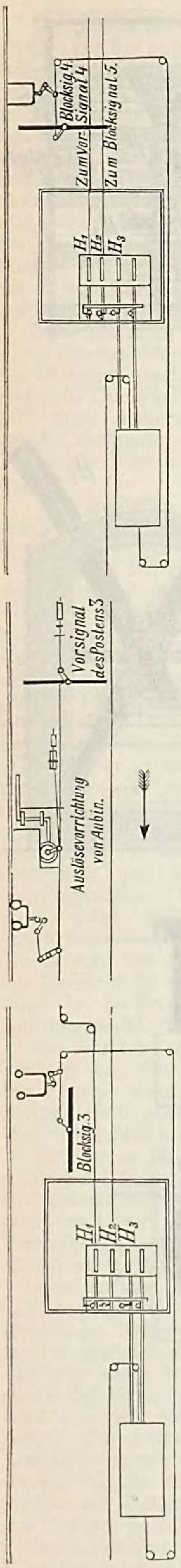


Fig. 255.

hebel d an, welcher um die Achse x drehbar ist, auf welcher derselbe lose aufsitzt. Die beiden Hebelarme sind mit einem Segment s verbunden und außerdem befindet sich am längeren Arm ein Gegengewicht G.

Die Drahtleitung zum Blocksignal ist an dem auf derselben Achse lose sitzenden einarmigen Hebel a befestigt. An demselben sind zwei Sperrklinken c und c^1 angebracht, von welchen bei der in Fig. 256 dargestellten Lage, welche der Stellung des Blocksignals auf „Freie Fahrt" entspricht, eine in eine Ausnehmung des Bogensegments s, die andere in eine Ausnehmung am Gehäuse des Apparats einfällt. Außerdem ist an diesem Hebel noch ein Gestänge m angebracht, welches zum Riegelmechanismus des Stellhebels führt und mittels welchem der Stellhebel des Blocksignals in der Haltstellung gesperrt wird.

Die beiden Sperrhaken c und c^1 halten in der dargestellten Lage das am Hebelarm d befestigte Gegengewicht G in seiner gehobenen Stellung fest. Wird der Hebel des Blocksignals H_3 in die Haltlage nach vorwärts gestellt, so wird mittels des Gestänges f der auf der Achse x festgekeilte Hebel h nach rechts bewegt, stößt hierbei an den um y drehbaren Winkelhebel i, welcher nun die beiden Sperrklinken c und c^1 auslöst, wodurch das Gewicht G den Hebel d nach abwärts zieht und der freigewordene Hebel a infolge des am Blocksignal angebrachten Gegengewichts, welches das Signal stets in die Haltstellung zu ziehen trachtet, nach links bewegt. Hierbei wird das an a befestigte Gestänge $m\ n\ o\ p\ r$ ebenfalls nachgezogen und nunmehr die Welle w um 90° gedreht; diese verschiebt nun die Lamelle L_1 derart, daß der Dorn t in die Ausnehmung der Welle w_3 eintritt, nachdem diese bei Rückstellung des Stellhebels H_3 in die gleiche Richtung mit dem Dorn gelangt ist und so den Stellhebel H_3 sperrt.

Wird vom vorgelegenen Posten *3* mittels des Hebels H_2 die Blockstrecke wieder freigegeben, so zieht der Drahtzug D den Hebel d, und weil die Sperrklinke c bei der Haltstellung wieder in die Ausnehmung des Segments s eingefallen ist, auch den Hebel a in die frühere Lage zurück. Hierdurch wird also das Blocksignal auf „Freie Fahrt" gestellt und der Hebel H_3 wieder entriegelt.

Der vorliegende Posten *3* ist gezwungen, den Hebel H_2 nach der Freigabe der Blockstrecke gleich wieder in die Ruhelage zu stellen und den Drahtzug D nachzulassen, da nur bei dieser Stellung des Hebels das eigene Vorsignal in die Freistellung gebracht werden kann.

Durch einen von Aubin konstruierten, in die Drahtleitung zum Vorsignal eingeschalteten Apparat (Fig. 258) wird das Vorsignal vom vorüberfahrenden Zug auf „Halt" gestellt, soferne der Wächter diese Stellung unterlassen haben sollte.

Die Drahtleitung vom Hebel H_1 ist zu dem Hebel h, welcher um die Achse a drehbar und mit derselben fest verbunden ist, geführt, und wird durch einen Spanngewichtshebel in Spannung erhalten.

Die Leitung vom Vorsignal ist mit einem zweiten, an einer Scheibe befestigten Hebel l verbunden, welcher um dieselbe Achse lose drehbar ist. Wird der Stellhebel H_1 bewegt, so wird mit dem Hebel h auch die Scheibe und der Hebel l mitbewegt, solange der um r auf- und abwärts drehbare Mitnehmer m in eine Ausnehmung des Scheibenrands eingefallen ist, und es kann daher das Signal beliebig auf „Halt" oder „Freie Fahrt" gestellt werden.

Sobald jedoch die Räder des Zugs die ausbalancierte Druckschiene D niederdrücken, wird der Mitnehmer aus der Ausnehmung gehoben, die Scheibe wird frei beweglich, durch das Gegengewicht beim Vorsignal nach links gezogen und das letztere stellt sich auf „Halt".

Um das Signal nun wieder auf „Freie Fahrt" stellen zu können, muß der Hebel H_1 zuerst in die Haltstellung gebracht werden, wobei der Mitnehmer wieder in die Ausnehmung der Scheibe einfällt und sodann erst in die Freilage.

Das Ideal einer Streckenblockeinrichtung, den fahrenden Zug auf eine stets gleich bleibende Entfernung zu decken, so daß die Deckungssignale sich in einer bestimmten Entfernung vor- und rückwärts des Zugs bewegen, konnte bis nun der konstruktiven Schwierigkeiten wegen nicht erreicht werden, weshalb man sich auf die früher beschriebene Art der Streckenteilung beschränkte. In der ersten Zeit hat man sich jedoch diesem Ideal zu nähern versucht und die Verständigung über den Zustand der Strecke nicht durch optische, neben dem Gleis aufgestellte Signale, sondern durch akustische und optische Signale, welche auf der Zugsmaschine angebracht wurden und deren Bethätigung durch die Züge selbst erfolgte, hergestellt. Dieses „automatische" Blocksystem wurde auch neuester Zeit wieder versucht und steht auf amerikanischen Bahnen in Verwendung.

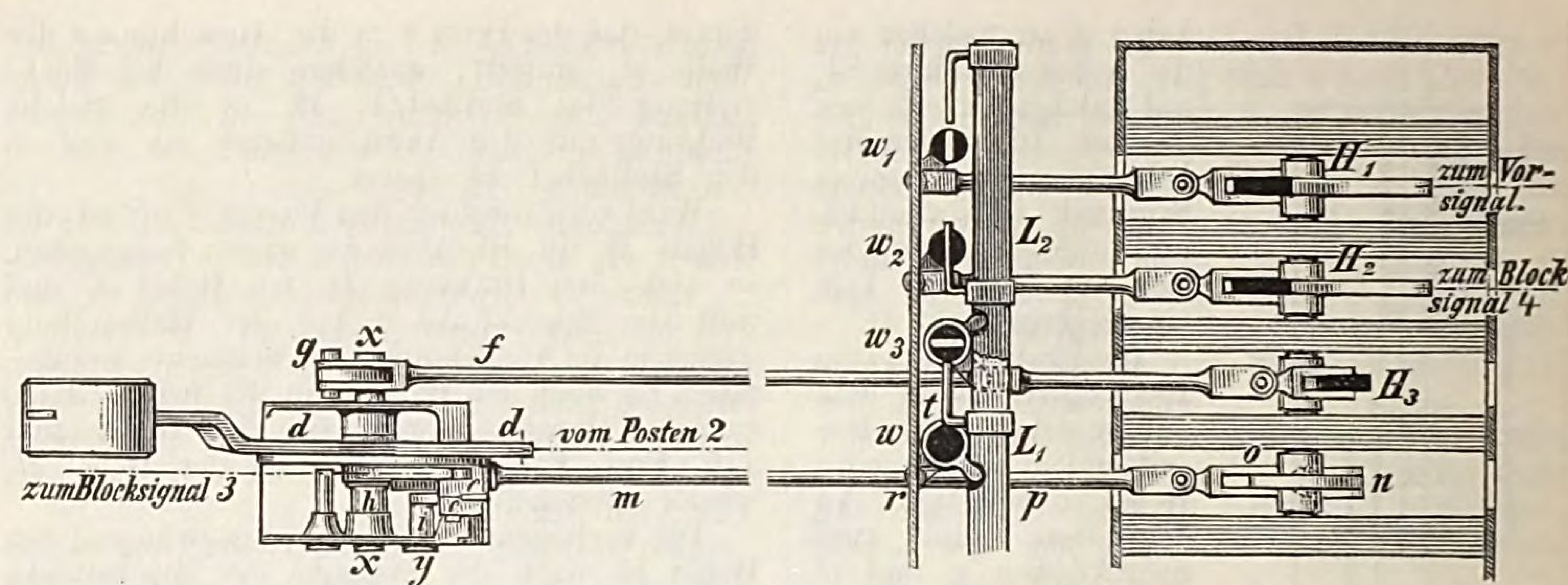


Fig. 256.

1 : 20

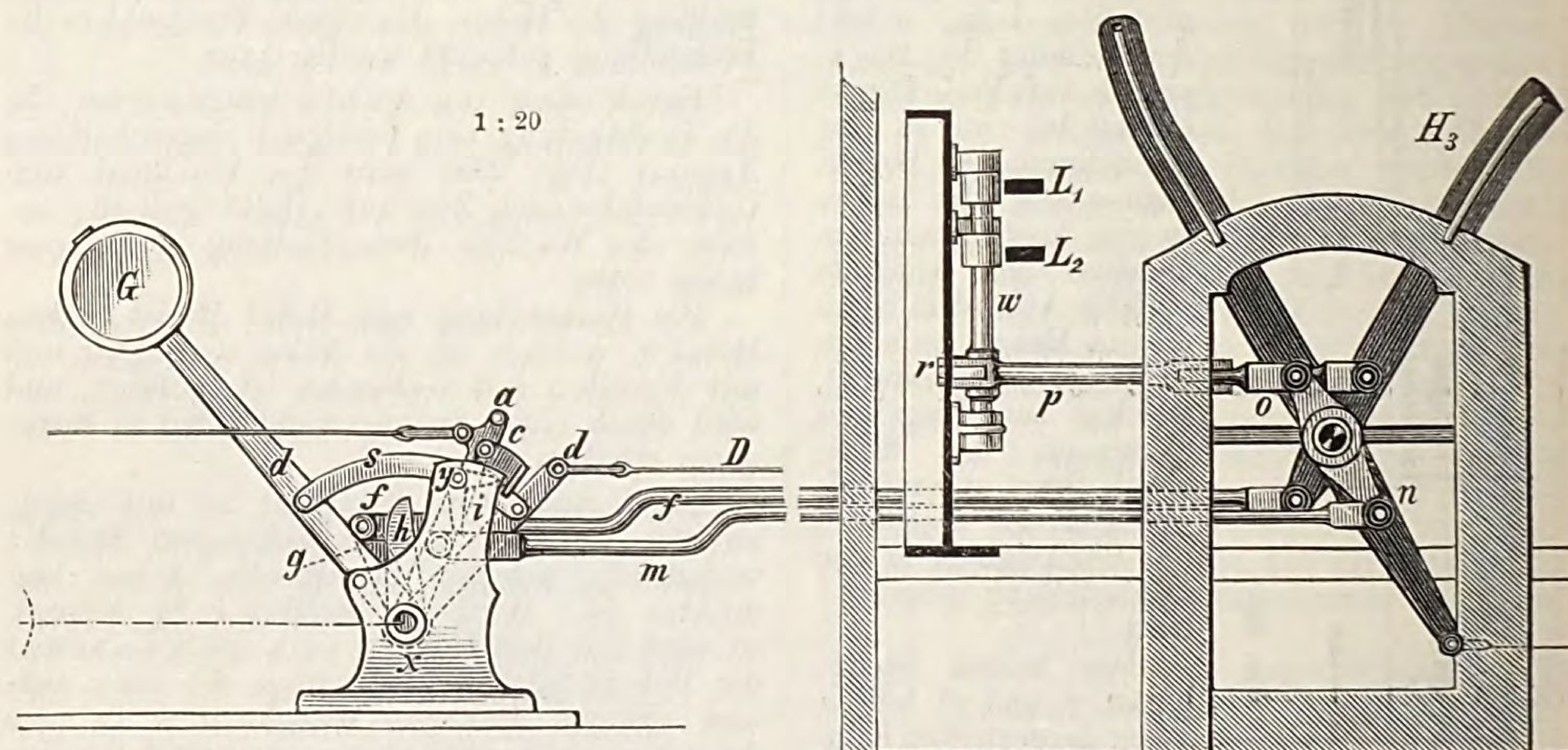


Fig. 257.

1 : 20

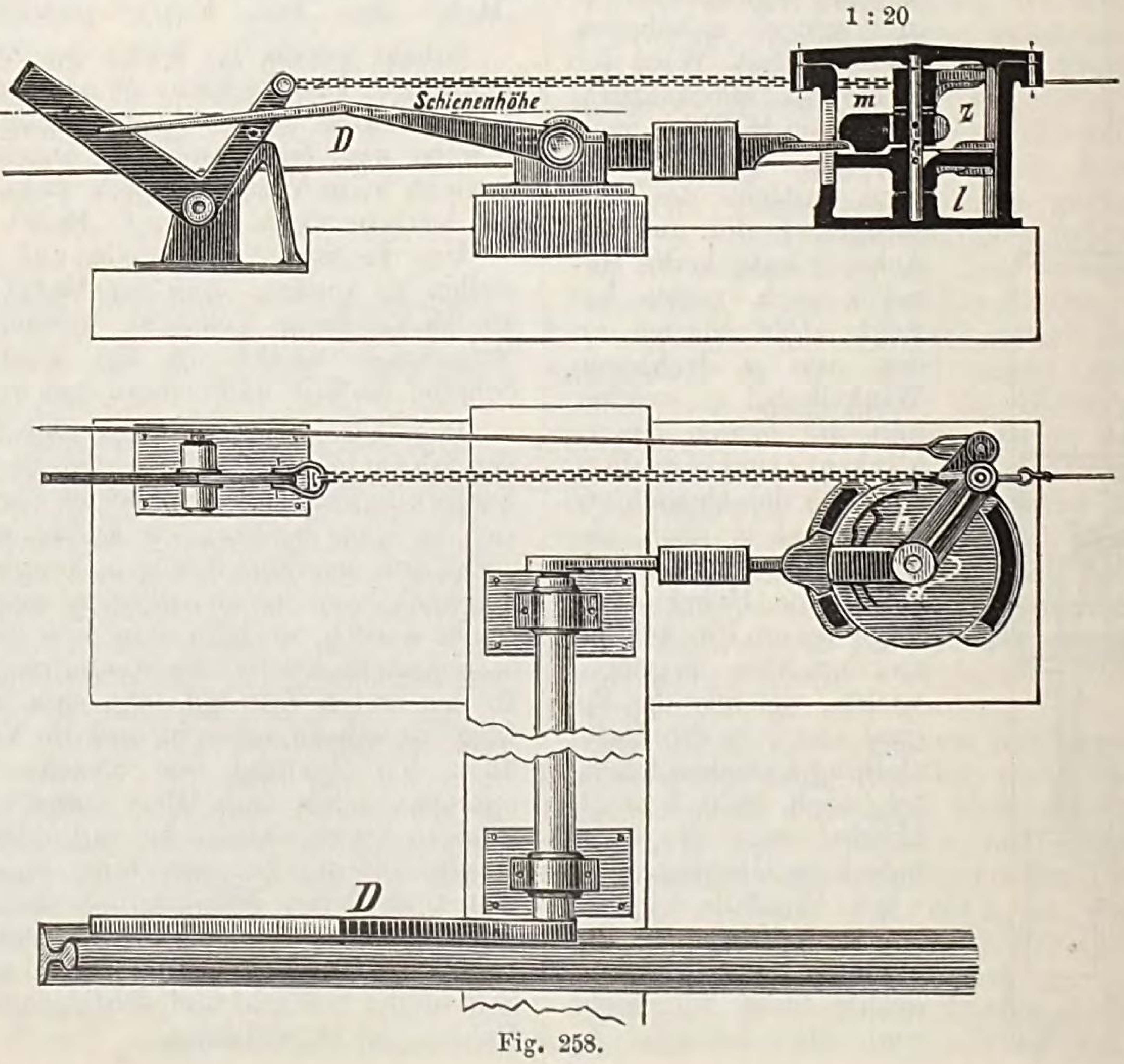


Fig. 258.

Die älteste derartige Einrichtung rührt von de Castro her und wurde auf einigen spanischen Bahnen versucht. Bei derselben wurden neben jedem Gleis zwei Metallstreifen gelegt, welche in bestimmten Entfernungen isoliert waren, so daß die Isolierungsstelle des einen Blechstreifens immer in die Mitte des andern traf. Ein an der Lokomotive angebrachter Reiber stellte die metallische Verbindung zwischen dem Streifen und einem Lärmapparat, sowie einer Batterie her, welche sich beide auf der Lokomotive befanden. Der zweite Pol der Batterie war durch die Eisenbestandteile der Lokomotive zur Erde geführt.

Näherten sich zwei Züge auf die Länge eines Blechstreifens, so wurde der Stromkreis der Batterien geschlossen und die Lärmapparate traten in Thätigkeit. Durch Stromwender, welche mit einer Lokomotivachse gekuppelt waren, wurde verhindert, daß bei entgegengesetzter Fahrt die Wirkung der Batterien aufgehoben werde.

Von ähnlichen Einrichtungen stand nur das von Tyer 1851 konstruierte auf der Linie London-Dover längere Zeit in Verwendung.

Im Jahr 1879 wurde auf der Linie Genua-Spezia, später auch auf der Pontebba-Bahn ein System von Ceradini versucht. Bei demselben befinden sich auf der Lokomotive zwei Pfeifen, eine Sicherheitspfeife und eine Achtungspfeife. Die Strecke ist in eine Anzahl Blockabschnitte geteilt und es ertönt, wenn alles in Ordnung ist, beim Eintritt in den Blockabschnitt die Sicherheitspfeife und die Achtungspfeife. Erstere zeigt durch das Ertönen an, daß die Strecke frei ist, die andere jedoch nur, daß der Übertritt in einen neuen Blockabschnitt erfolgt. Ist die Strecke besetzt, so ertönt nur die Achtungspfeife.

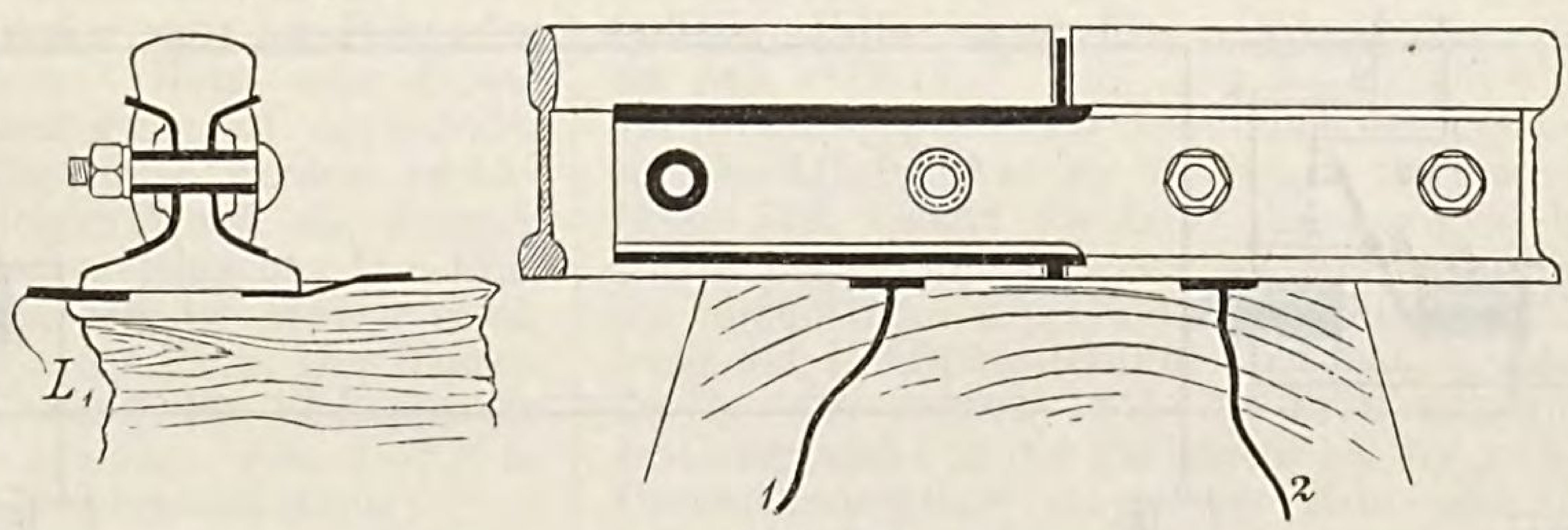


Fig. 259.

Im Stationsbureau und in den Wärterhäusern bei den Blockabschnitten zeigt sich das Fenster eines Apparatkästchens bei freier Strecke weiß geblendet, bei besetzter Strecke aber rot geblendet.

Bei der in jüngster Zeit konstruierten automatischen Blockeinrichtung von Putnam, welche auf amerikanischen Bahnen in Verwendung steht und mit welcher auch in Österreich Versuche gemacht wurden, wird der Schienenstrang als Leiter benutzt.

Am Anfang jedes Blockabschnitts ist eine Schiene vom Gleisstrang durch eine eigene Holzmasse isoliert (Fig. 259). Auf der Lokomotive befindet sich ein Läutewerk (Fig. 260) und eine kleine Dynamomaschine, deren Motor durch den Dampf des Lokomotivkessels gespeist wird und den nötigen elektrischen Strom erzeugt. Die Leitung geht von der Dynamomaschine zu dem Elektromagnet *e* des Läutewerks, von da über die Eisenteile der Lokomotive zur Schiene und dann über die Räder des Tenders mittels einer isolierten Leitung zur Dynamomaschine zurück. Früher wurden zur Herstellung der Verbindung zwischen Lokomotive, Schiene und Tender Metallbürsten angewendet.

Der Läutapparat (Fig. 260) besteht aus einem Elektromagnet *e*, dessen Ankerhebel *a* an einem Ende eine Signalscheibe und einen Klöppel trägt. Der Hebelarm *h*, an welchem der Klöppel befestigt ist, wird mittels einer Feder *f* gegen die oberhalb befindliche Glockenschale *g* gezogen.

Sobald der Elektromagnet stromlos wird, zieht die Feder den Klöppel nach aufwärts und bringt die Glocke zum Ertönen. Durch die Erschütterung der Lokomotive bewegt sich der Klöppel auf und ab und die Glocke ertönt fort. Mittels einer Schnur *s* kann der Anker *a* dem Elektromagnet wieder genähert werden, und wird, im Fall sich wieder Strom in demselben befindet, angezogen bleiben und die Glocke zum Schweigen bringen.

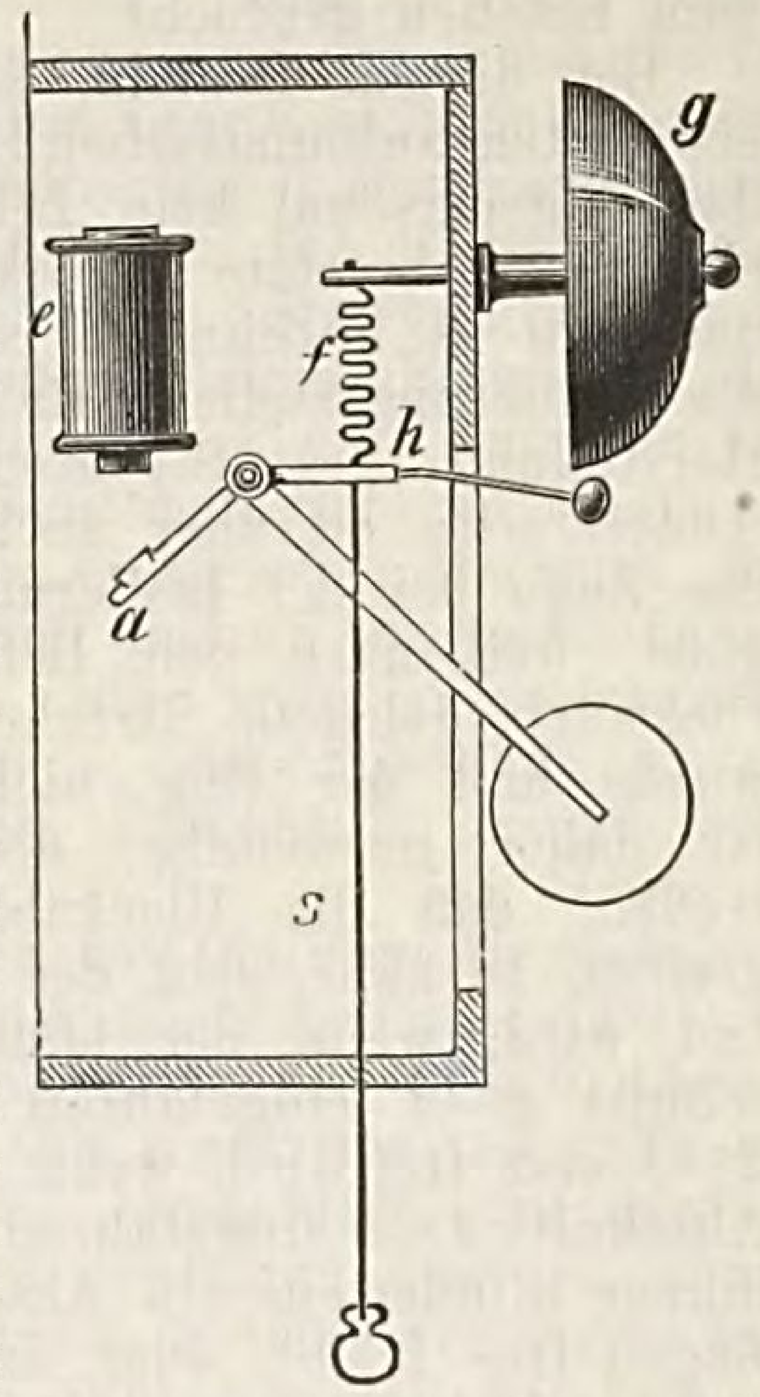


Fig. 260.

An jedem Blockabschnitt ist ein kleiner Apparat (Fig. 261) aufgestellt, welcher aus zwei Elektromagneten e_1, e_2 besteht, zwischen welchen sich ein Anker *k* bewegt, durch den die von dem Schienenstrang und von der isolierten Stelle kommenden Leitungen *1* und *2* geschlossen oder unterbrochen werden.

Wenn die Lokomotive die isolierte Stelle befährt und die vorliegende Strecke frei ist, so geht der Strom der Dynamomaschine über die Räder der Lokomotive in die Leitung *2*, über den Drehpunkt des Ankers *k* und die Kontaktschraube *c* zur Leitung *1* und von da über die Räder des Tenders zurück. Wenn die Lokomotive die isolierte Stelle verläßt, geht der Stromlauf über die Leitung *3*, E_4, E_1 zum Elektromagnet e_1 des rückwärts gelegenen Blockabschnitts, welcher den Anker *k* anzieht, den Schluß der Leitungen *1*, *2* herstellt und von da zum Elektromagnet e^1_2, welcher den Anker k^1 anzieht, die Leitung bei c^1 unterbricht und über *2* zur Dynamomaschine zurück. Hierdurch wird die rückwärts gelegene Blockstrecke freigegeben, die Strecke *2*—*3*, in welche der Zug eingefahren ist, aber gesperrt (blockiert). Bei einem folgenden Zug, welcher nun den

Blockabschnitt passiert, wird der von der Dynamomaschine ausgehende Strom bei *c* unterbrochen sein, daher die Glocke auf der Maschine zum Ertönen gebracht.

Bei diesem System, sowie bei den früher erwähnten automatischen Einrichtungen, erhält das Zugspersonal kein Zeichen, ob und wann eine noch besetzte Strecke wieder frei wird, nachdem es unthunlich ist, die Maschine auf die Isolierungsstelle zurückzuschieben, um die Herstellung des Stromschlusses abzuwarten. Andererseits ist aber auch das Stehenbleiben des Zugs bei der Isolierungsstelle gefahrbringend, weil nach dem Befahren derselben die rückwärts gelegene Strecke wieder freigegeben wurde und der Zug nicht gedeckt ist. Es ist daher notwendig, die Einteilung so zu treffen, daß die Blockabschnitte sich übergreifen, so zwar, daß der Abschnitt *1—2* erst frei wird, wenn der erste Zug in den Abschnitt *3—4* eingefahren ist, der Abschnitt *2—3* erst frei wird, wenn der erste Zug in den Abschnitt *4—5* eingefahren ist u. s. w., so daß immer mindestens ein Abschnitt zwischen den Zügen frei bleibt, oder daß statt der Signale auf der Zugsmaschine optische Signale neben der Bahn in bestimmter Entfernung vor dem Block-

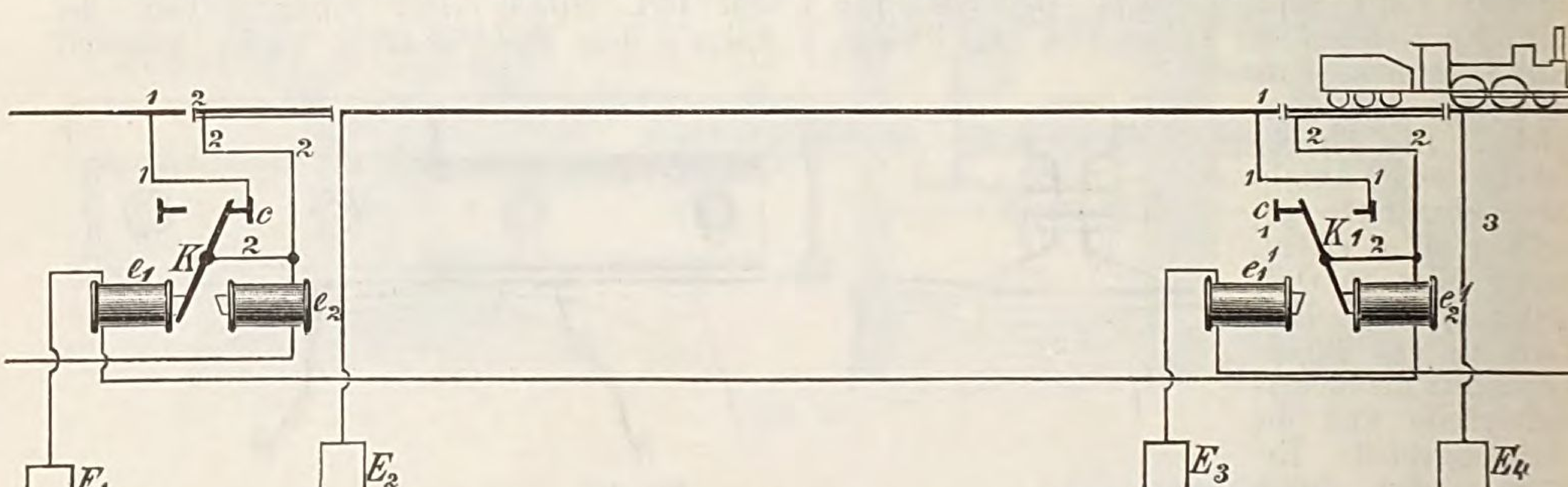


Fig. 261.

abschnitt aufgestellt werden, deren Bewegungsmechanismus durch die Apparate Fig. 261 ausgelöst wird.

Hierdurch wird aber die Anwendung von Laufwerken mit Gewichts- oder Federbetrieb notwendig, welche in bestimmten Zeiten aufgezogen werden müssen, wodurch die ständige Überwachung der Signale erforderlich und die Verläßlichkeit der Einrichtung wesentlich beeinträchtigt wird.

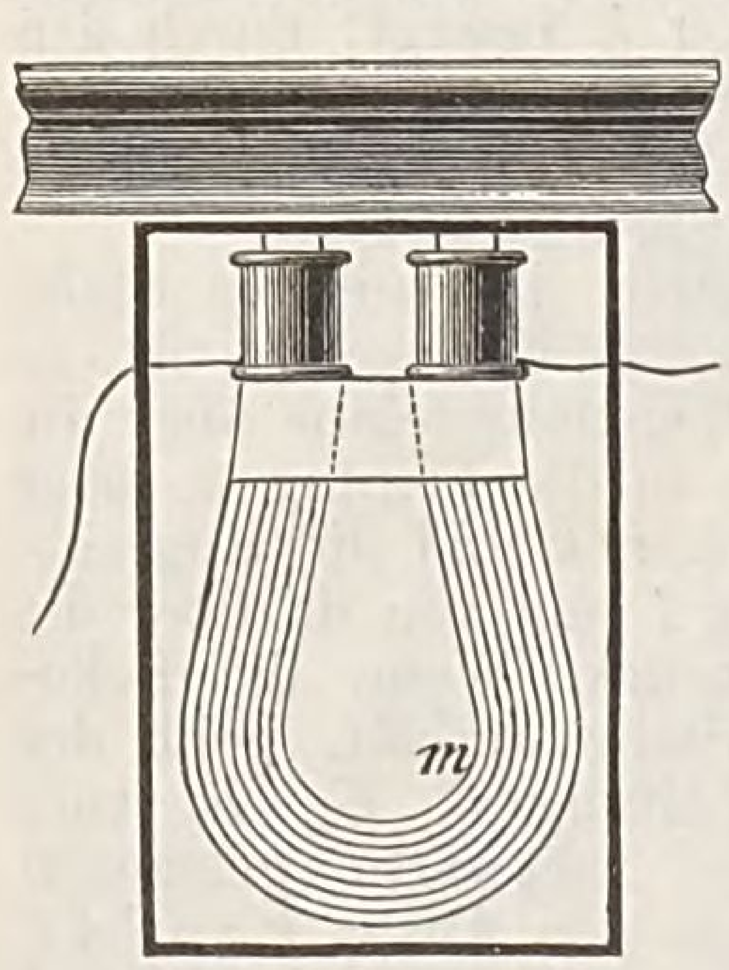


Fig. 262.

Der Apparat von Ducousso-Brequet (Fig. 262, 263), mit welchem ebenfalls in Österreich Versuche gemacht wurden, besteht aus einem starken Blättermagnet *m*, an dessen Polschuhen mit dünnem Kupferdraht umwickelte Spulen angebracht sind. Der Apparat ist in einem Kupfergehäuse untergebracht, welches mit Paraffin ausgegossen und unter der Schiene so befestigt ist, daß die Oberkante 1 cm unter dem Fuß derselben zu stehen kommt.

Bei Annäherung eines Zugs wird durch die Stahlmasse der Räder eine elektrische Induktionswirkung erzeugt, hierdurch in den Spulen des Elektromagnets ein Induktionsstrom hervorgerufen, welcher zu einem polarisierten Relais (Fig. 263) geleitet, den Magnetanker *a* desselben umlegt und hierdurch den Kontakt einer Lokalbatterie schließt, mittels welcher die Auslösung eines Laufwerks erfolgt und hierdurch die Umstellung eines optischen Streckensignals bewirkt.

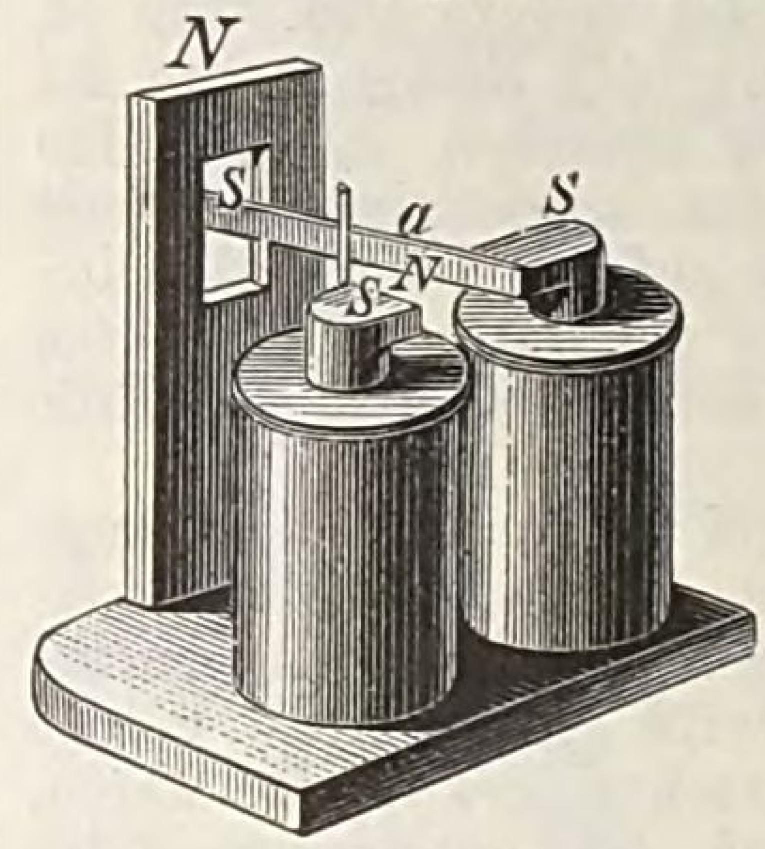


Fig 263.

Die Einwirkung der Räder des Zugs auf Pedale (Druckschienen), mittels welchen der zur Auslösung der Signalstellwerke (Laufwerke) erforderliche Schluß eines Batteriestroms erzielt werden soll, ist ebenfalls mehrfach für automatische Blockeinrichtungen versucht worden, ohne sich jedoch Eingang verschafft zu haben, nachdem die Druckschienen sich sehr rasch abnutzten, Batterieströme, Laufwerke u. s. w. sich nicht als genügend zuverlässig gezeigt haben und sorgfältige Erhaltung und Beaufsichtigung erfordern.

Mit Rücksicht auf die überwiegenden Vorteile der elektrischen B. haben diese die weitaus größte Verbreitung gefunden (B. nach System Siemens & Halske sind z. B. Ende 1889 gegen 20 000 in Betrieb gewesen).

Bei Beurteilung des Werts einer elektrischen Blockeinrichtung muß vor allem berücksichtigt werden, daß die Verwendung von Induktionswechselströmen jener der Batterieströme unbedingt vorzuziehen ist, nachdem die Stärke der ersteren stets gleichmäßig bleibt, die Einwirkung der atmosphärischen Elektricität (Blitzschläge) auf die Apparate ausgeschlossen und die Erhaltung der Induktoren äußerst einfach ist.

Die Arbeitsleistung des elektrischen Stroms soll auf das geringste Maß beschränkt und die Konstruktion der mechanischen Auslöse- und Sperrvorrichtungen eine solche sein, daß diese feineren Bestandteile vor gewaltsamer Inanspruchnahme geschützt sind.

Mechanische Blockapparate können nur auf kurze Entfernungen zweckmäßig angewendet

werden; noch weniger empfehlen sich automatische B., nachdem solche vermöge ihrer Konstruktion Störungen unterworfen sind, und daher eine ständige Bewachung und Kontrolle erforderlich machen, wodurch der Vorteil der automatischen Wirkung aufgehoben wird.

Litteratur: Heusinger, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, 1874, 1875, 1878 bis 1889, Hannover; Engineering, Vol. XXXII, London 1881; Proske, Einrichtungen zur Sicherung des durchgehenden Zugverkehrs, Wien 1882; Zeitschrift des elektrotechnischen Vereins, Berlin; Kohlfürst, Die elektrischen Einrichtungen der Eisenbahnen und das Signalwesen, Wien 1883; Hornbostel, Zur Einführung des Blocksystems auf der Wiener Stadtbahn, Wien 1884; Dr. E. Zetsche, Handbuch der Telegraphie, Berlin 1877–1881; Ausstellungsberichte der französischen Westbahn, Paris-Orleans-Bahn, Paris 1889; Elektrosemaphor Lartigue-Tesse und Prudhomme, Paris. Rank.

Blockhütte (Streckenblockhütte), Baulichkeit zur Unterbringung der Blockapparate (Signalstellwerke) und zum Aufenthalt der Blockwärter. Die B. sollen zur Ermöglichung rascher Verständigung des Blockwärters mit dem Zugspersonal in der Nähe der Gleise aufgestellt werden, und zwar so, daß der Wärter die Blocksignale (Bahnzustands-, Zugdeckungssignale) und die Bahnstrecke überwachen kann.

Die B. werden entweder ganz aus Holz oder als Riegelwandbauten mit Holz- oder Eisengerüst, oder auch ganz gemauert hergestellt. Die Block- und Stellapparate werden zweckmäßig an der bahnseitigen Wand, die Fenster an beiden Seitenwänden angebracht. Der Eingang ist so anzuordnen, daß der Wärter rasch auf den Bahnkörper gelangen kann. Der Dienstraum enthält dem Umfang der Stellapparate entsprechend eine Seitenlänge von 2—2,6 m (s. auch Signal- und Weichenstellhäuser).

Blockierung, Sperrung eines Bahnabschnitts, s. Blockeinrichtungen.

Blockschienen, aneinander verschiebbare (Dilatationsvorrichtung auf eisernen Brücken).

Blocksignale, die an der Grenze zweier Blockabschnitte aufgestellten optischen Mastsignale zur Verständigung des Zugspersonals, ob die Blockstrecke frei ist oder nicht.

Blockstation (Blockposten), ein Posten an der Grenze eines Bahnabschnitts, welcher mit den erforderlichen Signalen und anderen Vorrichtungen ausgestattet ist, um diesen gegen eine gefahrbringende Annäherung von Zügen abzusperren (s. Blockeinrichtungen).

Blocksystem, s. Blockeinrichtungen.

Blockwächter, s. Bahnaufsicht.

Blotnitzki Leopold, geboren 1817, gestorben am 23. Juni 1879 zu Bern, erster technischer Inspektor des im Jahr 1873 errichteten schweizerischen Eisenbahndepartements, welche Stelle er bis 1877 bekleidete. B. arbeitete unter Etzel an den Vorprojekten und Normalien für die württembergischen Staatsbahnen und kam 1852 mit diesem in die Schweiz. Nach kurzer Thätigkeit bei der Centralbahn wurde B. Kantonsingenieur in Genf (1853), in welcher Stellung er neben zahlreichen anderen Arbeiten (Rhonebrücke, Montblancbrücke) auch den Bau der Genfer Bahnen beaufsichtigte, für welche er zum Teil, ebenso wie für die Linie Genf-Versoix und die Pferdebahn Genf-Carouge die Projekte geliefert hatte. 1855 unternahm er Studien für die Eisenbahn Lausanne-Freiburg-Bern, und wurde 1856 von der Regierung von Freiburg mit der Bauoberleitung betraut, trat jedoch schon 1859 von dieser Stellung zurück, um nun für eine Reihe von Jahren dem Eisenbahnbau fernzubleiben. Vom schweizerischen Bundesrat wurde er später mit den Arbeiten für die Bödelibahn (s. d.) und mit dem Studium der Brünigbahn (s. d.) betraut. Diese Arbeiten führten B. wieder zum Eisenbahnwesen zurück. Als technischer Inspektor der schweizerischen Bahnen stellte er die Normen für die technischen Vorlagen zur Konzessionsbewerbung und zur Baugenehmigung fest und arbeitete die erste schweizerische Signalordnung vom 7. September 1874 aus. (Vergl. die schweiz. Zeitschrift „Eisenbahn“, 11. Bd.) Dietler.

Board of Trade, das englische Handelsamt, zugleich Eisenbahn-Aufsichtsbehörde. Das B. wurde zunächst durch das Gesetz vom 10. August 1840 (An act for the regulation of railways, 3., 4. Vict., cap. 97) ermächtigt, eine gewisse Inspektion über den baulichen Zustand, sowie eine Kontrolle über den Betrieb der englischen Eisenbahnen zu üben. Diese Kontrolle beschränkte sich im wesentlichen auf Einziehung von Informationen, um bei wahrgenommener Verletzung eines allgemeinen Gesetzes oder der Konzessionsbestimmungen durch eine Bahnverwaltung richterliche Hilfe anzurufen. Das Gesetz vom 30. Juli 1842 (5., 6. Vict., cap. 55) verpflichtete die Gesellschaften, vor Eröffnung des Betriebs eine bezügliche Anzeige an das B. zu machen. Dieses ließ sodann die Linie durch eigens bestellte Inspektoren untersuchen, welche im Fall des ungünstigen Ergebnisses eine Hinausschiebung des Eröffnungstermins anordnen konnten. Da in den Jahren 1845 bis 1851 die Konzessionsgesuche an das Parlament bei der großen Unternehmungslust in solcher Zahl einliefen, daß eine Begutachtung durch das Parlament fast unmöglich wurde, übertrug man diese Aufgabe dem B. Eine Kontrolle über das Tarifwesen wurde dem B. erst durch das Gesetz von 1853 (14., 15. Vict., cap. 64) eingeräumt, jedoch stand ihm nicht die Berechtigung zu, auf eine begründete Beschwerde einen bezüglichen Bescheid zu erlassen. Das Gesetz vom Jahr 1871 erteilte dem B. das Recht, den Zustand jeder Bahn und stattgehabte Unfälle zu untersuchen. Dieses Gesetz, bezw. jenes vom Jahr 1868 räumte dem B. eine Kontrolle über die Rechnungslegung der Bahnen ein und verpflichtete diese zur Vorlage von Bilanzen, sowie von Jahresausweisen, insbesondere über Kapital, Verkehr und Betriebsausgaben. Die Ausweise sind an das B., wenn die Bahn Korporationsrechte hat, innerhalb 14 Tagen nach der ersten ordentlichen Halbjahrsversammlung in jedem Jahr einzusenden. Hat die Gesellschaft keine Korporationsrechte, oder hält sie keine Halbjahrsversammlungen ab, so sind sie spätestens am 31. März jedes Jahrs einzureichen. Jede Gesellschaft, welche die vorschriftsmäßige Einreichung versäumt, verfällt in eine nicht über 5 Pfd. St. betragende Strafe für jeden Tag dieser Versäumnis. Das für diese Ausweise vorgeschriebene Formular kann das B. mit Rücksicht auf die besonderen Verhältnisse einer Gesellschaft oder im Interesse besserer Erfüllung des Zwecks nach Einvernahme mit der bezüglichen Eisenbahn abändern.

Der Railway and canal traffic Act vom 31. Juli 1873 gab dem B. neuerdings die Vollmacht, eine fertige Eisenbahn vor der Eröffnung zu untersuchen. Dies veranlaßte das B., eine Zusammenstellung technischer Bestimmungen zu erlassen, welche erfüllt sein müssen, wenn die Bewilligung zur Betriebseröffnung erfolgen soll. Auch hat das B., welches die Bye-laws der Eisenbahngesellschaften nach Art. 3 und 4 Vict., cap. 47, und 26 und 27 Vict., cap. 93, zu genehmigen hat, ein Formular eines auch beinahe allgemein beibehaltenen Betriebsreglements entworfen und dieses im Jahr 1874 revidiert. Die Railway and canal traffic Bill vom 10. August 1888 regelte endlich nochmals das Verhältnis des B. zu den Eisenbahnen, insbesondere seine Stellung zu dem 1873 errichteten Eisenbahngerichtshof (Railway and canal commissioners), sowie seine Einflußnahme auf die Tarifbildung.

Die beiden ständigen Mitglieder des genannten Specialgerichtshofs (Appointed commissioners) werden auf Empfehlung des Präsidenten des B. bestellt, der auch den Gehalt derselben jährlich mit Zustimmung des Schatzamts bestimmt. Falls ein ständiges Mitglied nicht in der Lage sein sollte, einer Verhandlung beizuwohnen, kann das B., wie sonst auch bei dringlichen Angelegenheiten, nach eigenem Ermessen ein Mitglied in den Ausschuß für diesen besonderen Fall berufen, welches bis zum Abschluß desselben die gleichen Befugnisse erhält, wie ein wirkliches ständiges Mitglied. Auch die Änderung der allgemeinen Geschäftsordnung für das Verfahren und die Amtshandlung bedarf der Genehmigung durch das B. Eine Beschwerde, bezw. Klage gegen eine Eisenbahn kann vor diesem Gerichtshof erst dann eingebracht werden, wenn das B. in einem besonderen Certifikat hierzu die specielle Erlaubnis erteilt. Als Bedingung zur Ausstellung eines solchen Klagerechtscertifikats kann das B. fordern, daß eine Sicherheit für alle Kosten, welche die Klagenden zu tragen verurteilt werden könnten, gegeben werde, und zwar in der Höhe und der Art, wie es dasselbe für angemessen hält.

Was nun die Einflußnahme auf die Tarifbildung anbelangt, so prüft das B., dem jede Eisenbahngesellschaft eine neue Güterklassifikation nebst zugehörigem Verzeichnis der höchsten Tarifsätze und sonstigen Gebühren, sowie der erforderlichen Erläuterungen vorzulegen hat, die Vorschläge und die gegen dieselben etwa erhobenen Einwände, und sucht zwischen den Parteien eine Einigung über die strittigen Punkte herbeizuführen. Wird eine Einigung erzielt, so erläßt das B. eine vorläufige Verordnung (Provisional order) hinsichtlich der vereinbarten Klassifikation und Sätze und erstattet hierüber dem Parlament Bericht. Sodann wird diese vorläufige Verordnung als Gesetzentwurf behufs endgültiger Genehmigung vorgelegt. Gelingt eine Einigung nicht, so stellt das B. nach eigenem Ermessen eine Güterklassifikation, sowie die Tarifsätze und sonstigen Gebühren fest und erstattet dem Parlament unter ausdrücklichem Hinweis auf die strittigen Punkte Bericht. Die betreffende Eisenbahn ist aber berechtigt, in der nächstfolgenden Sitzungsperiode des Parlaments durch das B. eine Entscheidung über die einzuführende Klassifikation nebst zugehörigen Maximalsätzen und sonstigen Gebühren zu verlangen.

Beschwerden über die Erhebung unbilliger und nicht gerechtfertigter Sätze und über unangemessene Behandlung in Tarifangelegenheiten sind an das B. zu richten. Dieses wird sodann die Beschwerde prüfen, die Eisenbahn zu einer Erklärung auffordern und eine gütliche Beilegung herbeizuführen versuchen. Über derlei Beschwerden und das Ergebnis hat das B. Bericht ans Parlament zu erstatten. Außerdem bleibt es dem B. vorbehalten, von Zeit zu Zeit Vorschriften über die formelle Aufstellung von Klassifikationen und Verzeichnissen, sowie der vorläufigen Verordnungen über die Vorlage derselben beim B. und beim Parlament, über die Veröffentlichung derselben, über alle vor dem B. stattgehabten Verhandlungen, über die hierfür zu entrichtenden Gebühren u. s. w. zu erlassen, abzuändern oder aufzuheben.

Das B. veranlaßt endlich die Veröffentlichung der jährlichen offiziellen Eisenbahnstatistik und Eisenbahnunfallstatistik, sowie halbjährlicher Berichte über die Verwendung durchgehender Bremsen.

Am 30. August 1889 wurde ein Gesetz sanktioniert, wonach die Befugnisse des B. bedeutend erweitert wurden. Nach Art. I ist das B. ermächtigt, nötigenfalls von einer Eisenbahngesellschaft binnen einer bestimmten Zeit die Einführung des Blocksystems auf einer oder allen ihren Strecken, die Herstellung der Abhängigkeit der Signale von den Wechseln mittels geeigneter Vorkehrungen, Einführung einer erprobten Kuppelung und durchgehender Bremsen bei Personenzügen unter gewissen Bedingungen, die Anlegung von Unter- oder Überführungen oder von Personenübergängen anzubefehlen. Bei Erteilung eines solchen Auftrags wird das B. die Natur und Ausdehnung des Bahnverkehrs zu berücksichtigen haben. Das B. ist berechtigt, einzelne Erleichterungen und Modifikationen zuzugestehen, insbesondere auf kurzen eingleisigen Strecken von der Einführung des Blocksystems, ferner im Ausnahmsfall für gemischte Züge, unter gewissen Bedingungen auch für einzelne nicht für Personenbeförderung bestimmte Wagen von der Anwendung durchgehender Bremsen abzusehen. Der Termin, innerhalb dessen die Bahnen das Blocksystem eingeführt haben müssen, ist bereits vom B. mit 12 Monaten, jener für die vollständige Einführung der durchgehenden und selbstthätigen Bremsen bei Personenzügen mit 18 Monaten festgesetzt worden. Nach Art. III des Gesetzes können die einer Gesellschaft durch Ausführung der gedachten Aufträge erwachsenden Kosten im Weg einer Kapitalsvermehrung aufgebracht werden. Die entsprechende Höhe bestimmt das B., worauf die Gesellschaft Obligationen oder Prioritätsaktien ausgeben kann, welche mit höchstens 5% verzinst werden dürfen. Das B. kann ferner von jeder Bahn periodische Berichte über die von ihr beschäftigten Personen, denen die Fürsorge für Züge oder Reisende obliegt und die mehr als zwölf Stunden hintereinander beschäftigt werden, verlangen (Art. IV), und endlich sollen für Reisende ohne Fahrkarte nicht mehr die reglementarischen Bestimmungen der Gesellschaften, sondern gesetzliche Strafen (bis zu 40 sh. und im Wiederholungsfall bis zu 20 Pfd. St., eventuell zu Gefängnis bis 1 Monat) durch das B. eingeführt werden (Art. V). Das B. hat auch den Termin zu bestimmen, von welchem ab

auf jedem Fahrbillet der zu entrichtende Fahrpreis ersichtlich gemacht sein muß, widrigenfalls das B. die betreffende Bahngesellschaft für jedes ordnungswidrig ausgegebene Fahrbillet zu einer Geldstrafe bis zu 40 sh. verurteilen kann (Art. VI).
Dr. Ziffer.

Boba-Jánosháza-Sümeg, Lokalbahn in Ungarn (26 km), welche von der ungarischen Westbahnlinie Székesfehérvár (Stuhlweissenburg)-Kis Czell abzweigt und von Boba über Jánosháza - Nemeskeresztur - Gogánfa - Gyömörö nach Sümeg führt, wurde am 26. März 1888 konzessioniert. Schon 1888 fertiggestellt, wurde die Eröffnung mit Rücksicht auf die damals in Durchführung begriffene Übergabe des Betriebs der ungarischen Westbahn an die Direktion der kgl. ungarischen Staatsbahnen verschoben und fand erst am 10. Januar 1889 statt. Den Betrieb der Bahn führt nunmehr die Direktion der kgl. ungarischen Staatsbahnen.

Bockwaer Kohleneisenbahn, am 4. September 1861 eröffnete Bahn, gehört zu den bei Zwickau (Sachsen) gelegenen Kohlenindustriebahnen und ist mit den Linien der sächsischen Staatseisenbahnen Cainsdorf verbunden. Von den ursprünglichen Gleisanlagen (18,3 km) sind infolge der im Bereich der B. nach und nach eingetretenen Einstellung der Kohlenförderung Ende 1888 nur mehr 7,5 km benutzt worden.

Obwohl daher der Kohlenversand im Rückgang begriffen ist, liefert die B., welche in früheren Jahren Dividenden bis zu 76% bezahlte, noch immer ansehnliche Erträgnisse.

Im Jahr 1888 war der Kohlenversand abermals gegen die bezüglichen Ergebnisse des Vorjahrs zurückgeblieben. Die Frachteinnahmen betrugen 117 519 Mk. Die Betriebskosten stellten sich auf 50 221 Mk. Infolge von Zuschüssen aus dem Erneuerungsfonds und durch sonstige Einnahmen waren verfügbar 104 327 Mk., wovon 100 000 Mk. als Dividende verteilt wurden. Das Baukapital beträgt 723 000 Mk., das Anlagekapital 300 000 Mk.

Vorstand der B. ist das Direktorium der Bockwaer Kohleneisenbahngesellschaft in Bockwa.
Rübenach.

Bockwagen, offene Güterwagen mit längs der Plattform angebrachten bockartigen Gerüsten zur Verladung von Gegenständen, welche, wie z. B. Drehscheiben, Schwungräder, Spiegelglaskisten u. dgl., mit Rücksicht auf die zu geringe Breite des Ladeprofils nicht liegend, sondern stehend auf die Wagen aufgelegt werden müssen. Der Wagenboden ist zumeist zwischen den Achsen versenkt ausgeführt.

Bockwinde, s. Hebemaschinen.

Bodenarten, die hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Festigkeit verschiedenen Teile der festen Erdrinde. Dieselben werden, abgesehen von ihrer streng geognostischen Bedeutung und der Gliederung in petrographischer Hinsicht, auch nach rein technischen Gesichtspunkten klassifiziert, so namentlich mit Bezug auf den Kraftaufwand, welchen das Lösen derselben aus dem natürlichen Lagerungszustand verursacht. Im ganzen und großen unterscheidet man hiernach hauptsächlich ungebundene und gebundene Abträge, indem man zunächst die weichen und nur wenig festen, zusammenhängenden Massen, sowie die lockeren oder durch ein Bindemittel nicht allzu stark verkitteten Anhäufungen von Einzelkörpern von den geschichteten und ungeschichteten Gesteinsarten trennt. Beide in solcher Weise bestimmte Gruppen zerlegt man sodann weiter noch in eine Anzahl Abtragsklassen, welche man durch die zu ihrer Abgrabung oder Lösung erforderlichen Werkzeuge kennzeichnet. Zuweilen werden in jeder Gruppe sechs Klassen angenommen. Dann zählen zur 1. Klasse alle Bodenarten, welche wie z. B. Humus oder Sand so lose gelagert sind, daß sie ohne weiteres mit der Schaufel abgehoben werden können, und zur 2. Klasse alle Massen, welche am zweckmäßigsten mit einem Spaten abgestochen werden (manche lehmigen Erden, Moor, Torf u. dgl.). Die 3. Klasse umfaßt trocken gelagerten Lehm u. dgl., zu dessen Lösung noch eine Haue mit breiter Schneide (Breithaue) ausreicht, zur 4. Klasse aber Bodenarten, welche schon eine Pickelhaue (Spitzhaue), ein schwereres Werkzeug mit Spitze statt Schneide, erfordern (Kies, Steintrümmer, vermengt mit lehmigem Sand). In die 5. Klasse mit dem Spitzpickel (Spitzhaue, Kreuzhaue) als zugehöriges Werkzeug werden verwitterte Gesteine u. dgl. verwiesen und in die 6. Klasse alle, den Übergang zu den gebundenen Abträgen bildenden Massen, für welche sich das vorerwähnte Werkzeug schon nicht mehr wirksam genug erweist und deren Lösung meist nur mehr mit der Brechstange erfolgen kann.

Ist es schon schwer für die sechs ersten Abtragsklassen bestimmte Beispiele zu nennen, so ist dies in noch höherem Maß bei den gebundenen Abträgen der Fall, da ein und dasselbe Gestein je nach seinem Lagerungsverhältnis und Vorkommen bald als in die eine, bald als in die andere Klasse gehörig angesehen werden muß; es sollen deshalb im folgenden nur jene Werkzeuge angeführt werden, welche bei Lösung gebundener Abträge Verwendung finden. Neben Pickel und Schrotwerkzeugen verlangen die der 7. Klasse einzureihenden Massen noch den Schlägel, die der 8. Klasse außerdem noch Keil und Hebeisen, die der 9. Klasse die schwersten Brecheisen; die drei letzten Klassen endlich umfassen die mit Sprengmitteln zu bearbeitenden Felsmassen, und zwar getrennt je nach der Weite der erforderlichen Bohrlöcher und mit Rücksicht darauf, ob die Abtrennung größerer Blöcke mittels Minenkammern oder die Gewinnung und Zerkleinerung durch eine größere Anzahl kleinerer Minen, wie z. B. bei den Abträgen der 10. und 11. Klasse erfolgt. Weiteres über das Abgraben des Bodens s. im Artikel Erdarbeiten.

Die meisten ungebundenen Massen, welche nur vermöge der Reibung ihrer Teilchen aneinander oder gleichzeitig noch durch eine mäßige Kohäsion zwischen denselben zusammenhalten und infolgedessen meist einen beträchtlichen Druck gegen die zu ihrer Stützung hergestellten Wände ausüben, werden auch unter dem Namen Erdarten im engeren Sinn zusammengefaßt und als sogenannte Damm- oder Gartenerde, lehmige Erden, Sand, Kies und Anhäufungen aus gröberen Geröll- und Geschiebestücken, sowie Steintrümmern unterschieden.

Die Reibung im Innern dieser Massen, d. h. der Widerstand, welchen die einzelnen

Teilchen infolge ihrer Oberflächenbeschaffenheit einer Kraft entgegensetzen, welche sie übereinander hin zu verschieben sucht, kann erfahrungsgemäß unabhängig von der Größe der in Berührung stehenden Flächen, dagegen direkt proportional der senkrecht zu diesen Flächen gerichteten Pressung angenommen werden, während die Kohäsion, eine Art Scherwiderstand, nicht im Zusammenhang mit dem Normaldruck steht, sondern von der Ausdehnung jener Fläche abhängig ist, längs welcher die Trennung der Erdmasse angestrebt wird.

Die Reibung (R) ergiebt sich hiernach aus dem Normaldruck (N) zu

$$R = \mu \,.\, N,$$

wenn μ den von der Beschaffenheit der sich berührenden Flächen abhängigen und versuchsweise festzustellenden Reibungskoefficienten bedeutet, für welchen man offenbar auch

$$\mu = tg\ \varphi = cotg\ \tau$$

setzen kann, unter φ den nachstehend erklärten Reibungswinkel der Erde und unter τ dessen Ergänzung zu 90° verstanden. Stellt man nämlich auf wagrechtem Boden mit einer vollkommen kohäsionslosen Erdmasse, welche also nur vermöge der zwischen ihren Teilchen vorhandenen Reibung zusammenhält, eine Anschüttung her, so steil wie möglich, so bildet dieselbe ringsum die sogenannte natürliche Böschung, deren Neigungswinkel mit der Wagrechten der Reibungswinkel genannt wird. Ein Erdteilchen auf dieser Böschung wird in seiner Lage nur durch die Reibung an den unter ihm liegenden Teilchen erhalten; es wird also die Kraft, mit welcher die Schwere dasselbe auf der schiefen Ebene abwärts zu treiben sucht, durch den Reibungswiderstand gerade aufgehoben, d. h. es ist

$$\mu = tg\ \varphi.$$

In Ritters Ingenieurmechanik wird eine solche Masse aus lose aufeinander liegenden kleinen Teilen als ein Körper bezeichnet, welchem sowohl die Widerstände gegen Zugkräfte, wie auch die Widerstände gegen Abscherungskräfte gänzlich fehlen, oder als ein Körper, bei welchem die einer Formänderung entgegen wirkenden inneren Kräfte lediglich in Normaldrücken und den zugehörigen Reibungswiderständen bestehen.

Für die Kohäsion (C) hat man nach der obigen Erklärung den Wert

$$C = \gamma . F,$$

wobei F den Inhalt der in Betracht kommenden Ebene und γ einen Erfahrungskoefficienten, beziehungsweise die auf die Flächeneinheit bezogene Kohäsionsgröße bedeutet.

Zur Festlegung der Reibungsverhältnisse einer in Frage kommenden Erdart sind bisher zwei Wege eingeschlagen worden, indem man entweder den Reibungskoefficienten μ durch Messung der Kraft bestimmte, welche aufgewendet werden mußte, um ein Parallelepiped aus Erde von bekanntem Gewicht über eine wagrecht abgeglichene Erdmasse derselben Art zu verschieben und den Reibungswinkel φ sodann aus der Beziehung $tg\ \varphi = \mu$ entnahm, oder indem man letzteren unmittelbar aufsuchte.

In Verfolgung des ersten Weges bediente sich Martony de Köszegh (Versuche über den Seitendruck der Erde, Wien 1828) eines sehr einfachen Apparats (Fig. 264): Auf einer wagrechten Tischplatte war ein viereckiger Rahmen angebracht, aus niedrigen Brettchen gebildet, auf welchen ein anderer von gleicher Breite aber etwas geringerer Länge gesetzt

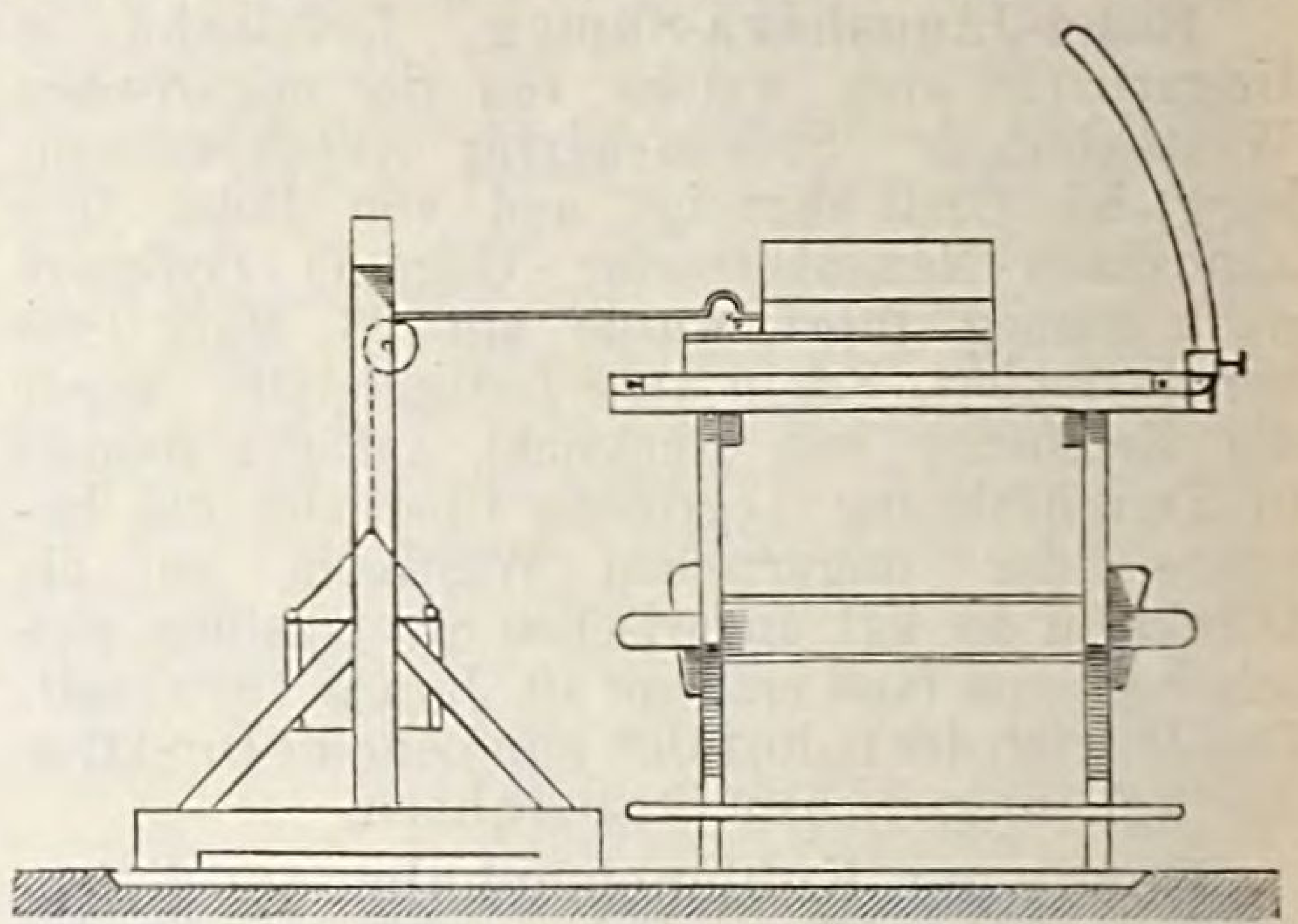


Fig. 264.

werden konnte, so daß sich die abgerundeten Längsseiten beider nur nach geraden Linien berührten. An dem oberen, beweglichen Teil war eine Schnur befestigt, welche wagrecht über eine Rolle lief und an ihrem nach abwärts geführten Ende eine Wagschale trug. Beide Rahmen wurden mit der zu prüfenden Erde gefüllt und aufeinander gesetzt, hierauf das Gewicht bestimmt, welches ein Verschieben derselben übereinander hin bewirkte. Der Quotient aus diesem Gewicht und dem des oberen Rahmens samt Füllung ergab den gewünschten Reibungskoefficienten, in befriedigender Weise jedoch nur bei fest gestampfter Erde, da sich dieselbe in lockerem Zustand vor dem oberen Rahmen zusammenschob. Da bei dieser Einrichtung Martonys die Reibung der Holzwände aufeinander nicht ausgeschlossen werden konnte, benutzte Hagen später einen anderen Apparat, bei welchem eine Reibung von Holzwänden aufeinander nicht vorkam, indem der obere Rahmen auf Walzen ruhte, während die seitliche Reibung der Erde durch Annahme einer geringen Höhe für denselben und durch Belastung der in ihm enthaltenen Erdmasse mit besonders aufgelegten Gewichten wenigstens vermindert wurde (Handbuch der Wasserbaukunst, 2. Teil, 1. Bd.).

Um den Reibungswinkel unmittelbar zu finden, bediente sich Martony einer Vorrichtung, sehr ähnlich der oben beschriebenen (s. ebenfalls Fig. 264): Auf einer diesmal um eine wagrechte Achse drehbaren Tischplatte, welcher bei dieser Einrichtung beliebige Neigungen gegen den Horizont gegeben werden konnten, war wieder ein viereckiger Rahmen oder Kasten festgemacht. Ein zweiter, oben und unten offener Kasten von gleicher Breite und geringerer Länge wurde auf jenen aufgesetzt, nachdem beide mit Erde gefüllt worden waren, sodann die Tischplatte langsam erhoben, bis ein Gleiten des beweglichen Erdprismas auf seiner schiefen Unterlage sich bemerklich machte. Der an einem Gradbogen abgelesene Neigungswinkel der Platte wurde als der gesuchte Reibungswinkel der Erde angenommen. Auch diese Versuche sind mit den schon oben hervorgehobenen Mängeln behaftet und deshalb

schon von Martony und in der Folge von anderen durch ein Verfahren ersetzt worden, wobei der Reibungswinkel zur Darstellung gelangt, indem man die zu untersuchende Erde in lockerem Zustand, bei thunlichster Abwesenheit von Kohäsion, auf wagrechtem Boden so steil wie möglich zusammenhäuft. Im ganzen ist die Zahl der zur Ausführung gekommenen Versuche keine große, und in noch höherem Grad gilt dies von der Kohäsion der Erden. Wieder ist es Martony, welcher mit seinem zur Auffindung des Reibungskoefficienten benutzten Tischapparat in einigen Fällen auch die Kohäsion festgestampfer Erden erhob, indem er zuerst das Gewicht suchte, welches das Erdprisma abriß und dabei die vereinigte Reibung und Kohäsion überwand, sodann das Gewicht, welches beim Verschieben der abgerissenen Teile übereinander dem Reibungswiderstand allein entsprach. Der Unterschied der beiden Gewichte ergab die Kohäsionsgröße auf den Querschnitt des abgescherten Prismas bezogen, und zwar mit mehr befriedigender Sicherheit, nachdem jetzt die Reibung der Kastenwände aufeinander aus dem Endergebnis weggefallen war. Außerdem bestimmte Martony die steilste Böschung, bei welcher sich eine Erdanhäufung von gegebener Höhe vermöge des Zusammenwirkens von Reibung und Kohäsion standhaft verhielt und berechnete die Kohäsionsgröße γ aus dem mathematischen Ausdruck für die sogenannte Kohäsionshöhe, nämlich

$$h_\varepsilon = \frac{2\gamma}{\mathfrak{g}} \cdot \frac{\sin\tau \cos\varepsilon}{\sin^2 \frac{\tau-\varepsilon}{2}}$$

(s. Artikel Böschungen), nachdem auch der Reibungswinkel für sich festgestellt wurde. Nach einer andern Methode endlich, welche zuerst von M. de Sazilly (Ann. des ponts et chaussées 1851) angedeutet und von Rebhann (Theorie des Erddrucks und der Futtermauern, Wien 1871, S. 72) in Vorschlag gebracht worden ist, wonach Kohäsionsgröße und Reibungswinkel beide aus der Gleichung für die Kohäsionshöhe (s. Artikel Böschungen) berechnet werden, nachdem mindestens zwei Werte der Kohäsionshöhe für verschiedene Abstichsrichtungen samt dem Gewicht der Erde erhoben worden, liegen ebenfalls einige Versuche vor (Loewe, Alte und neue Versuche über Reibung und Kohäsion von Erdarten, München 1872).

Sind ε_1, ε_2 die beiden angenommenen Böschungswinkel und h_{ε_1} h_{ε_2} die ihnen zugehörigen beobachteten Kohäsionshöhen, so sind die beiden Größen τ und γ aus den Gleichungen

$$h_{\varepsilon_1} = \frac{2\gamma}{\mathfrak{g}} \cdot \frac{\sin\tau \cos\varepsilon_1}{\sin^2 \frac{\tau-\varepsilon_1}{2}}$$

$$h_{\varepsilon_2} = \frac{2\gamma}{\mathfrak{g}} \cdot \frac{\sin\tau \cos\varepsilon_2}{\sin^2 \frac{\tau-\varepsilon_2}{2}}$$

unzweideutig bestimmt, nachdem auch das Gewicht $\mathfrak{g}$ der Erde erhoben wurde. In besonderen Fällen wird man sich allerdings nicht mit zwei Beobachtungen begnügen, sondern eine größere Anzahl solcher ausführen, um genügend zuverlässige Ergebnisse zu erzielen.

Als Durchschnittswerte für Überschlagsrechnungen kann man etwa die folgenden für das Gewicht, die Reibung und Kohäsion der Erdarten festhalten:

	Gewicht eines Kubikmet. ($\mathfrak{g}$)
Dammerde, locker, trocken oder natürlich feucht	1400 kg
Dammerde, angestampft, trocken oder natürlich feucht	1700 „
Dammerde, locker, von Wasser durchdrungen	1800 „
Lehmige Erde, nicht festgestampft, trocken oder natürlich feucht	1500 „
Lehmige Erde, festgestampft, trocken oder natürlich feucht	1700 „
Lehmige Erde vom Wasser durchdrungen	1900 „
Sand, Kies, Schotter	1500—2000 „

Sind die Zwischenräume von Sand, Kies oder Schotter mit Wasser erfüllt, so ist dessen Gewicht dem angegebenen noch zuzusetzen.

	Reibungswinkel φ	τ
Dammerde, locker oder angestampft, dabei trocken oder natürlich feucht	40°	50°
Lehmige Erde, locker oder angestampft, dabei trocken oder natürlich feucht	40°	50°
Sandiger, feiner Kies, trocken oder natürlich feucht	37°	53°
Schotter mit eckigen oder mehr rundlichen Teilen	35—40	55—50
Sand, sehr fein, trocken oder natürlich feucht	32°	58°

Über den Einfluß des Wassergehalts auf den Wert des Reibungswinkels weiß man nur wenig; man nimmt gewöhnlich an, daß derselbe durch natürliche Feuchtigkeit nicht geändert wird, dagegen infolge starker Durchnässung, namentlich bei lehmigen Erden, eine merkliche Verkleinerung erfährt.

	Kohäsion für 1 m² (γ)
Dammerde, festgestampft, trocken	540 kg
„ „ natürlich feucht	560 „
Lehmige Erde, festgestampft, trocken	520 „
Lehmige Erde, festgestampft, natürlich feucht	930 „

Wasserzudrang bringt fast immer eine Veränderung der Kohäsion zu stande, auch ist dieselbe bei neu aufgeschütteten Massen geringer als nach dem Setzen derselben, daher auch bei Dämmen kleiner als in Einschnittsmassen. Loewe.

Bodenbewegungen, im weitesten Sinn die Lageveränderungen von Teilen der Erdkruste; dieselben sind mit Rücksicht auf ihre Wirkungen für den Eisenbahnbau und Betrieb von besonderer Wichtigkeit.

Mannigfach sind die Veränderungen des Felsgerüstes im Lauf der Zeiten: gewaltig durch Ortsveränderungen großer Gebirgsteile, abstufend bis herab zur unscheinbarsten Verschiebung oder Trennung kleinster Gesteinsfragmente. Das Wesen der sogenannten „gebirgsbildenden Kraft" ist heute wohl noch nicht endgültig definiert, und sind Rückschlüsse auf Grund von Beobachtungen der heute sichtbaren Resultate von stattgefundenen Bewegungen zumeist das einzige Mittel, die Vorgänge der Vergangenheit zu

entziffern, wenn auch viele der heutigen Erderschütterungen (tektonische oder Dislokationserdbeben) als Zeugnisse der vorhandenen andauernden Gebirgsbewegungen anzusehen sind. Auf Grund der wahrnehmbaren Wirkungen der stattgehabten Bewegungen der Vorzeit ist nachfolgend eine Gliederung durchgeführt. Es sind zu unterscheiden:

I. Primäre Bewegungen der Tiefe und

II. Sekundäre Bewegungen der Oberfläche.

Ad I. Gebirgsbildungsbewegungen. Die sichtbaren Dislokationen in dem Gerüst der Erde sind mehr oder minder horizontale oder vertikale Ortsveränderungen, denen sich jene Fälle, wo beide vereinigt zum Ausdruck gelangen, anschließen. Der horizontalen (tangentialen) Bewegung entspricht das Entstehen von Falten, die durch entgegenstehende Hindernisse gestaut werden.

Durch Berstung der Sättel und Vorwärtsbewegung der Hangendflügel über die entstehende Teilungsfläche (Überschiebungsfläche, Wechsel, Schlächten) geht die Schuppenstruktur hervor. Die Fläche neigt sich gegen die Richtung, aus der der Schub erfolgte. Das regelmäßige Streichen der Gebirgsfalten ist zuweilen durch eine plötzliche *S*-förmige Beugung unterbrochen. Noch häufiger zeigt sich ein steilfallender Bruch, welcher beide Gebirgsteile quer auf das Streichen trennt. Diese Querbrüche sind von Verschiebungsflächen, Blättern oder Übersprüngen begrenzt; in den östlichen Alpen beispielsweise zeigen sie sich zahlreich, vorherrschend nach Nordnordost streichend und steil einfallend, doch unbeständig im Fallen. Die Flächen selbst sind nicht selten uneben doch glatt und annähernd horizontal gestriemt. Durch Geltendmachung zweier verschiedener Faltungsrichtungen tritt eine bedeutende Verwicklung der Verhältnisse ein, die geradezu als Torsion von Gebirgsmassen aufzufassen ist.

Zur Besprechung der vertikalen (radialen) Dislokationen übergehend ist zu bemerken, daß ein normal gedachtes Senkungsfeld durch Sprünge nach zwei Hauptrichtungen sich charakterisiert: es sind dies die peripherischen, welche die Umgrenzung veranlassen und die radialen, die der Mitte des Felds zustreben. Untergeordnet sind noch diagonale und Quersprünge. Gewöhnlich sind gegen die Mitte des Senkungsfelds die Flügel gesenkt, ist jedoch zwischen zwei peripherischen Sprüngen ein Streifen eingesunken, so entsteht hierdurch ein Graben oder eine Grabensenkung. Durch Näherung zweier Senkungsfelder, zwischen denen ein trennender Rücken bleibt, entstehen Horste. Als Flexuren werden mehr oder minder *S*-förmige Bewegungen von Schichten bezeichnet. Die zerrissene Flexur giebt eine Verwerfung mit geschleppten Flügeln.

Bei den nun folgenden Dislokationen aus vereinigter Horizontal- und Vertikalbewegung scheint sich das Bestreben geltend zu machen, die Senkungen zu überschieben. Sinkt im gefalteten Gebirge an einem Längsbruch der innere Flügel, so wird nicht selten in einer der normalen Faltung ganz entgegengesetzten Richtung der Bruch überfaltet, wodurch an demselben nicht nur Aufrichtung, sondern auch Einklemmung und Umstürzung der Schichten entstehen mag. Dies wäre die Rückfaltung. Wenn aber in einem faltenden Gebirge Absenkungen auf im Streichen liegenden Sprüngen in solcher Weise sich ereignen, daß ein nach außen liegender Gebirgsteil gesenkt wird, daß also z. B. in einem nordwärts faltenden Gebirge auf Ostwestsprünge nordwärts von der Hauptregion der Faltenbildung das Land hinabsinkt, dann erfolgt weit größere Horizontalbewegung, als würde sie befördert durch die vorliegende Senkung. Dieser Vorgang wird als Vorfaltung bezeichnet.

Hiermit sind in großen Zügen die Hauptformen der stattgehabten primären Bewegungen behandelt; daran ließe sich noch eine große Zahl von Erscheinungen im Kleinen anschließen, so die Vorführung vielerlei kleinerer Brüche, zahlloser sekundärer Faltungen, Fältelungen, Knitterungen, Knickungen, Verdrückungen, Verschiebungen u. s. w., auf deren Details hier nicht weiter eingegangen werden kann.

Ad II. Oberflächenbewegungen. Den vorstehend angeführten ältesten Bewegungen, zwischen denen ohne Zweifel auch die nachfolgend behandelten Oberflächenbewegungen zur Geltung kamen, schließen sich einige jüngere Bewegungen an, deren Spuren aus der Gletscherzeit auf uns überkommen sind. Vorrückende Gletscher werden im allgemeinen über ihren selbst aus nachgiebigen Lagen zusammengesetzten Untergrund hinweggleiten, und nur oberflächliche Unregelmäßigkeiten oder Ansteigen des Bodens überhaupt sind Hauptbedingungen, unter denen sich Stauchungen, Faltungen und Überkippungen oberflächlicher Schichten vollziehen oder jüngeres Material unter ältere vorhandene Schichten keilartig eingepreßt werden kann. Zeigen die inneren Alpengegenden mannigfache hierher gehörige Phänomene, z. B., daß die Schichtenköpfe eines steil in der Thalrichtung einfallenden Schiefers an einer Thalverengung, durch welche sich die ehemaligen Eismassen drängen mußten, umgeknickt wurden, und daß der Zumuttgletscher festen Felsboden zerrissen und auseinandergelöst hat, so werden die Erscheinungen in jenen Landstrichen, welche von den alten Alpengletschern, der skandinavisch-norddeutschen, schottisch-englischen und nordamerikanischen Eisdecke bedeckt waren, viel reichlicher und mannigfaltiger. Es geht aus ihnen hervor, daß nicht nur innerhalb der Diluvialablagerungen selbst Aufrichtungen, Faltungen, Knickungen, Berstungen, Stauchungen, Überkippungen, Zerstückungen, Überschiebungen und Verschiebungen im großen Maßstab stattfanden, daß ferner der Geschiebelehm gang- und sackförmig in seinen Untergrund eingepreßt worden ist, und daß in eckige Stücke zerteilte Thone mit dem ursprünglich darüberliegenden Lehm fortgeschleppt und vermengt wurden, sondern daß Stauchungserscheinungen am Ausgehenden von silurischen Grauwacken, im Oligocän in Sachsen, Kreideschichten auf Möen und Rügen gebogen, geknickt und zerrissen sind, während gleichzeitig Geschiebelehm gang- und stockförmig in die entstandenen Klüfte gepreßt erscheint. Solches Terrain ist für anzulegende Bahneinschnitte meist ein schwierig zu behandelndes.

Die Aufschlüsse der sanften Abhänge in den Tertiärhügeln der Umgebung Wiens zeigen

zahlreiche ähnliche Formen, wie die vorstehenden Glacialerscheinungen, doch werden dieselben bisher als Zeugen langsamer älterer Rutschungen in den plastischen Massen angesehen.

Mit Senkungen (Setzungen, Sackungen) bezeichnet man jenen Vorgang, wenn Massen nach kürzerer oder längerer Zeit einem Zusammensinken unterliegen. Es ist dies ein durch die Schwere bedingtes, allmähliches Ausfüllen vorhandener oder durch Auslaugung, Zersetzung oder Verkohlung gebildeter kleiner Hohlräume oder ein Komprimieren von Torfmooren, Schlammlagern u. dgl., oder auch ein ungleichmäßiges, langsames Absinken eines Terrainteils längs einer Trennungsfläche ohne vollständige Abtrennung oder schließlich eine bloße Abtrocknungserscheinung, wie z. B. bei eingedeichten und trocken gelegten Landstrichen. Diese Vorkommnisse zeigen sich bei künstlichen Anschüttungen, sodann auf Schutthalden und Kegeln, an Seeufern, in See- und Meerdeltas, sowie auch an Thalgehängen. Durch besondere Ereignisse (Erdbeben) treten auch plötzliche Senkungen ein, indem durch Risse andere Materialien (zumeist Wasser, Schlamm oder Sand) ausgelöst werden und einzelne Landteile an Sprüngen entlang eine kleine Senkung erleiden. In diesen Abschnitt sind auch die infolge von unterirdischen Hohlräumen (Salz-, Gyps- oder Kalkauslaugung) oft plötzlich sturzartig entstehenden Erdfälle oder Erdtrichter, zum Teil Dolinen, zu rechnen, die zahlreich in den Alpen, in Deutschland und an anderen Orten vorkommen.

Das Charakteristische von Rutschungen ist das Gleiten oder Rutschen von Massen zufolge der Schwerkraft, anfangs meist langsam, kaum merkbar, doch mitunter ins Gewaltige sich steigernd, ohne jene Grenze zu erreichen, wo die mehr rollenden oder stürzenden Bewegungen bereits als Stürze angenommen werden. Die bisher üblichen Bezeichnungen im ersteren Fall für die hier einzureihenden Erscheinungen sind: Erdschlipf, Schuttrutschung, Bergschlipf, Bergrutsch, im letzteren Fall: Erdsturz, Schuttsturz, Felssturz, Bergsturz u. dergl. Für die Möglichkeit eines Rutsches oder eines Sturzes ist nebst der Beschaffenheit des Materials auch die mehr oder minder steile Lage der Rutsch- oder Trennungsfläche, sowie die Lage des Abrißgebiets und Ablösung des Rutschkörpers von einer Unterlage ausschlaggebend. Im allgemeinen erfolgen die Absitzungen entweder auf einer oder mehreren schon vorgebildeten Rutschflächen, oder es entstehen Trennungen (Abrisse) im Boden selbst, auf deren Flächen die Masse thalab geht. Eine solche Fläche zeigt nahezu immer den Charakter einer wahren (schon vorhanden gewesenen) Rutschfläche, ist aber keine solche, sondern, wie erwähnt, die Bruchfläche zwischen abgesessenem und stehen gebliebenem Bodenteil, die aber durch die Bewegung selbst den Habitus einer wirklichen Gleitfläche erhalten hat. Die Bewegungen auf vorhandenen Flächen treten auf Schicht-, Absonderungs-, Schieferungs- und alten Bruchflächen ein. Die Trennung und nachfolgende Verschiebung von Massen auf Schichtungsflächen zählt zu den gewöhnlichsten und häufigst auftretenden Bewegungsvorkommnissen. Bei mehr erweichlichem oder auflöslichem Gestein wird durch Einwirkung von Wasser eine feuchte, seifigglatte Oberflächenbildung Schichtklüfte zu Rutschflächen machen. Andererseits sind in vielen Gebirgen die Bewegungen von Massen auf Absonderungs- oder Schieferungsklüften gegenüber den anderen Bewegungen dominierend und haben daher Bahntracen an solchen Hängen trotz der bergeinwärtsfallenden Schichtung mit den Konsequenzen der Absonderung und Schieferung oft mehr zu kämpfen, als wenn sie auf der gegenüberliegenden Lehne mit parallel zur Terrainoberfläche geneigter Schichtung liegen würden.

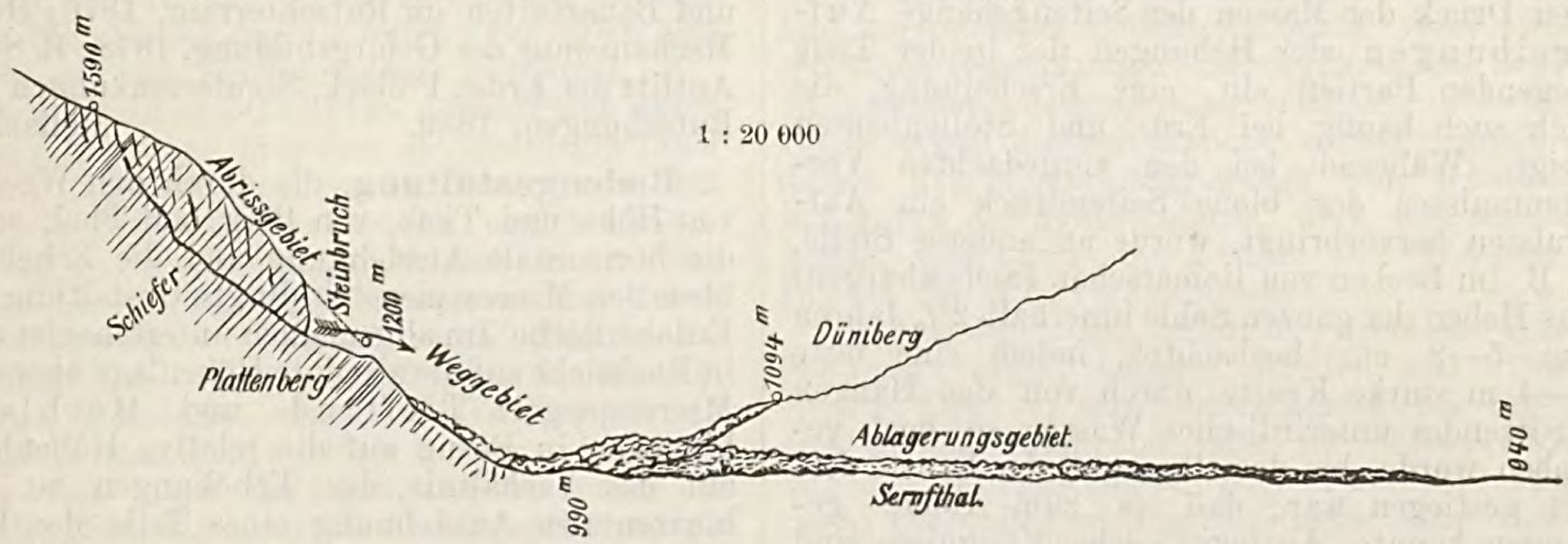


Fig. 265.

Seltener tritt durch eine der angeführten inneren Ursachen allein eine Bewegung ein, sondern treten häufig auch äußere Veranlassungen hinzu. Diese sind: 1. Entfernung stützender Massen (durch Erosion oder künstliche Entfernung, z. B. Steinbruchanlagen); 2. Beanspruchung des Terrains durch größere Belastung; 3. außergewöhnliche Veranlassungen, z. B. Erdbeben.

Man unterscheidet bei den Rutschungen und Stürzen, sowie den nachfolgend zu behandelnden Schlammströmen ein Abrißgebiet, von welchem sich die Gesteinsmassen losgetrennt haben, einen Rutsch- oder Sturzkanal, auch Weggebiet und ein Ablagerungsgebiet, in welchem die Massen zur Ruhe gekommen und sich angehäuft haben. Die Entfernung vom oberen Rand des ersteren bis zum vorderen Rand der Ablagerungsmasse kann zwischen Metern und Kilometern (Diablerets 3 km) schwanken, sowie auch die bewegten Mengen bis zu vielen Millionen Kubikmetern anwachsen können. Fig. 265 stellt ein Profil des im September 1881 stattgefundenen Bergsturzes bei

Elm dar, in welchem die einzelnen Gebiete ersichtlich gemacht sind und wo ein Teil der weit ins Thal geflogenen Trümmer auf einer gegenüberliegenden Lehne hinaufbrandete.

Muhrgänge, Schlammströme, Hebungen, Auftreibungen und Schlammsprudel. Lose durch Abwitterung im Gebirge aufgehäufte Schuttmassen werden anläßlich stärkerer oder plötzlicher Regengüsse oder eintretender Schneeschmelze als breiiger Strom zumeist in vorhandenen Runsen oder Rinnsalen zu Thal geführt, und wirken durch die Vehemenz ihrer Fortschreitung, als auch durch Überflutung der Ufer oder Durchbrechen von Uferwerken verheerend auf das anliegende Gelände, sowie ausgeführte Bauten. Von diesen Muhrgängen, welche zahlreiche gut bewachsene und meist mit menschlichen Ansiedelungen versehene Schuttkegel in den Alpen aufgebaut haben, unterscheiden sich die eigentlichen Schlammströme dadurch, daß diese eigentlich nur durch reichliches Wasser ins Fließen geratene Rutschungen sind, welche bei trockenem Wetter zum Stillstand, bei nassem wieder zum Fortschreiten kommen.

In mehr oder weniger plastischen Materialien treten in Mulden oder Bachläufen durch den Druck der Massen der Seitengehänge Auftreibungen oder Hebungen der in der Tiefe liegenden Partien ein, eine Erscheinung, die sich auch häufig bei Erd- und Stollenbauten zeigt. Während bei den vorgedachten Vorkommnissen der bloße Seitendruck ein Aufwulsten hervorbringt, wurde an anderer Stelle, z. B. im Becken von Romatschan (Siebenbürgen) das Heben der ganzen Sohle innerhalb $2^1/_2$ Jahren um 5—8 cm beobachtet, indem eine feste 2—4 m starke Kruste durch von den Hängen zusitzendes unterirdisches Wasser so hoch gehoben wurde, bis dasselbe unter der Kruste derart gestiegen war, daß es zum Abfluß gelangen konnte. Analoga solcher Ereignisse sind die nahezu schwimmenden Moorkrusten Nordeuropas, welche Hebungen bis zu 2 m aufweisen.

Wohl nur eine andere Form in der Äußerung unterirdischen Herabquellens an Lehnen bieten viele der Schlammsprudel oder Schlammquellen (nicht vulkanischen Ursprungs), von denen viele Beispiele von der italienischen Halbinsel und aus den Tertiärstrichen Siebenbürgens bekannt sind. Ihre Auswurfsmassen bestehen ausschließlich aus dem oberflächlichen Material der nächsten Umgebung; anhaltende Regengüsse verursachen ein vermehrtes Hervorquellen des Schlamms, der sich um die Ausflußöffnung ablagert und flachgeböschte Kegel bildet. Eine ähnliche Erscheinung bieten die sogenannten Sandkratere, die sich mit Neigungswinkeln von 10—20° aufbauen, wenn durch den Druck zerissener Massen der mit Wasser durchzogene Sand der Unterlage auf den Rissen emporgequetscht wird.

Gewisse Vorgänge im Mississippi-Delta weisen im Gegensatz zu obigen mechanischen Ursachen auf chemische hin: Die Mudlumps sind kegelförmige Inseln von wenigen Metern Höhe über dem Wasserspiegel. Sie heben sich bald nur allmählich, bald in raschem Wachstum empor und öffnet sich schließlich an der Spitze eine kraterartige Öffnung, aus der Schlammmassen, salzige Wässer und Sumpfgas hervordringen. Die Zersetzung der von Schlamm bedeckten Pflanzenstoffe veranlaßt zweifellos diese Auftreibungen.

Die Natur bedient sich mancherlei Mittel, um in Bewegung gekommene Massen wieder ins Gleichgewicht zu bringen. Sie bestehen in dem vollständigen Absturz oder Abquellen in den Thalboden, bis eine Verflachung eintritt, die der Gebirgsart zusagt; der Entfernung oder dem Wegbleiben einzelner oder aller Veranlassungen, z. B. natürliche Entwässerungen; Verdrängung der unterirdischen Wässer, welche die Glättung der Rutschflächen hervorbringen durch die Bewegung selbst oder was zum Teil dasselbe, Verquetschung des Schmiermittels durch die eingetretene Rutschung; schließlich Hindernissen gegen die Wirkungen, also nach Umständen in einer natürlichen Stützung von in Bewegung geratenen Terrainteilen.

Der Ausdruck Bodenbewegung wird bisweilen auch beim Erdbau gebraucht und damit der künstliche Transport gewonnenen Aushubs von der Gewinnungs- zur Verwendungsstelle bezeichnet (s. Transport); Auszug aus der reichhaltigen Litteratur: Gerstel, Rutschungen im Lehmgebirge, 1874; Lorenz, Entwässerungs- und Bauarbeiten im Rutschterrain, 1876; Heim, Mechanismus der Gebirgsbildung, 1878; E. Sueß, Antlitz der Erde; Pollack, Seeufersenkungen und Rutschungen, 1889. Pollack.

Bodengestaltung, die durch den Wechsel von Höhe und Tiefe, von Berg und Thal, sowie die horizontale Ausdehnung und die Erhebung über den Meeresspiegel bedingte Gestaltung der Erdoberfläche. Im allgemeinen unterscheidet man in Rücksicht auf die absolute Höhenlage über dem Meeresspiegel: Tiefland und Hochland, hingegen in Bezug auf die relative Höhenlage, auf das Verhältnis der Erhöhungen zu der horizontalen Ausdehnung eines Teils der Erdoberfläche dreierlei Gattungen von Bodengestaltung: Flachland, Hügelland und Bergland (Gebirge).

Das Tiefland nimmt am Meeresufer seinen Anfang und erhebt sich landeinwärts entweder in Form einer schiefen Ebene oder stufenförmig, in Terrassen, allmählich bis zu den Abhängen der Gebirge. Als Grenze zwischen Tief- und Hochland setzt man die mittlere Höhe des Festlands, in runder Zahl 400 m an. Das Tiefland ist nicht immer eben, sondern zeigt nicht selten eine wellige Oberfläche, manchmal Hügel, niedere Höhenzüge und einzelne Berge. Eine besondere Art des Tieflands sind jene Flächen im Innern des Festlands, welche tiefer als der Meeresspiegel liegen und zum größten Teil mit Wasser erfüllt sind.

Das Hochland wird von Hochebenen, Bergland und Gebirgen gebildet. Hochebenen, wenn sie höher als 400 m über dem Meer liegen, zerfallen wieder in Hochebenen im engeren Sinn und in sogenannte Tafelländer (Hochplateaux); erstere sind meist von Gebirgen eingeschlossen, letztere lehnen sich einseitig an Gebirgsketten an, sind mehr oder minder aus horizontal gelagerten Schichten gebildet und fallen in Stufen, nicht selten auch plötzlich gegen das Tiefland oder das Meer ab.

Flachland (Ebene) wird ein mehr oder minder ausgedehntes Gelände genannt, dessen

Erhebungen gering sind und allmählich anwachsen oder abnehmen, so daß die Übersicht über dasselbe, soweit seine Bedeckung nicht in Betracht kommt, nicht beeinträchtigt wird. In größerer Ausdehnung, namentlich wenn es von niederem, einförmigem Pflanzenwuchs bedeckt ist, wird Flachland noch besonders als Heide, Steppe, Wüste, Prairie, Pampas bezeichnet. Das Flachland ist bedeckt, wenn Wald, Anpflanzungen und Gebäude die Übersicht einschränken, offen, wenn dies nicht der Fall ist. Es wird durchschnitten genannt, wenn die Fortbewegung auf demselben durch natürliche und künstlich hergestellte Wasserläufe, Gräben, Kanäle, durch Sümpfe, Moore, Tümpel und Weiher, Teiche und Seen, durch Dämme und Einschneidungen, sowie durch Einzäunungen und Einfriedigungen gehindert ist.

Hügelland, als Mittelglied zwischen Flachland und Bergland, ist durch eine mäßige Erhebung über den Meeresspiegel (bis zu 300 m) und einen häufigeren Wechsel zwischen Erhebungen und Einsenkungen, wodurch eine Übersicht nur von Erhöhungen aus in beschränkter Weise möglich ist, gekennzeichnet, indem letztere nirgends besonders hervortreten und unter sich ohne ausgesprochenen Zusammenhang bleiben. Die stärker geneigten Flächen besitzen meist Waldbedeckung, die minder geneigten hingegen sind der Landwirtschaft gewidmet.

Bergland und Gebirge zeichnet sich durch größere Erhebung über den Meeresspiegel (über 400 m) und eine deutliche Gliederung aus. Man unterscheidet Gebirgsketten und Massengebirge, erstere gekennzeichnet durch eine ausgedehnte Längenentwicklung, letztere durch ungleichmäßigere Längen- und Breitenausdehnung. Die höchsten Erhebungen der Massengebirge bezeichnet man als Gebirgsstock (Massiv), manchmal auch als Gebirgsknoten, wenn von ihnen Gebirgsketten besonders in radialer Richtung auslaufen (Gebirgsgabelungen). Die höchsten Erhebungen der Gebirgsketten heißen: Gipfel, Kegel, Horn, Kogel, Zacken, Spitze; von ihnen aus laufen entlang den höchsten Linien der Ketten, den Gebirgsrücken oder Kammlinien, die Hauptwasserscheiden, d. h. die Trennungslinien der Hauptflußgebiete eines Kontinents. Sie sind dadurch ausgezeichnet, daß ihre absolute Höhe größer ist, als jene der seitlich gelegenen Bodenflächen, so daß das atmosphärische Niederschlagswasser von ihnen aus nach beiden Seiten hin abfließt. Die Erdoberfläche ist mit einem Netz solcher Hauptwasserscheiden überzogen, welche, von den höchsten Erhebungen des Bodens ausgehend, längs den Kammlinien die Ausläufer der Gebirgsketten erreichen und durch das Vorgebirge, Berg- und Hügelland allmählich zum Flachland sich hinabsenken, bis sie am Meeresstrand auslaufen.

Die tiefste Stelle einer zwischen zwei Gipfeln verlaufenden Kamm- oder Gratlinie heißt Gebirgssattel (Scharte); ein solcher bildet regelmäßig zugleich den Anfang und die höchste Erhebung von entgegengesetzt gerichteten Einsenkungen (Mulden und Thälern). Der niedrigste Sattel eines Gebirgszugs wird vorzugsweise als Einsattelung bezeichnet und ist namentlich für den Verkehr über das Gebirge von Wichtigkeit. Meist ist diese Einsattelung der Anfang von Hauptmulden, die in ihrer Fortsetzung nach der Tiefe die Hauptthäler bilden. Von den Gipfeln und Kammlinien senken sich die Abhänge (Abdachungen, Lehnen, Wände) herab und verbinden so den Scheitel mit dem Fuß, der jedoch nicht immer deutlich gekennzeichnet ist. Man bezeichnet Abhänge als steil oder flach, je nach ihrem Neigungsgrad in der Falllinie; im Hochgebirge können sie senkrecht und sogar überhängend sein. Sie verlaufen je nach dem Wechsel ihres Neigungsgrads stetig wechselnd, ausgebogen (konvex) oder eingebogen (konkav), manchmal stufen- oder terrassenförmig.

In der Richtung der Schichtenlinien (Horizontalkurven, Niveaukurven) zeigen die Abhänge abwechselnd Ein- und Ausbiegungen, seltener einen geraden Verlauf. Die Einbiegungen bezeichnet man als Mulden, wenn sie gleichbleibende oder stetig wechselnde Krümmungen zeigen, als Schluchten, wenn sie durch plötzliche und ausgeprägte Krümmungen gekennzeichnet sind. Die Ausbiegungen der Horizontalkurven heißen bei stetigem Verlauf Rücken, bei plötzlicher Richtungsänderung Grate. Durch geradlinigen Verlauf der Schichtenlinien sind vorzugsweise Wände gekennzeichnet.

In Mulden und Schluchten heißt der Verlauf der tiefsten Bodenteile Sohle, jener ihrer seitlichen Begrenzungen Seitenwände. Die Sohle ist besonders dadurch ausgezeichnet, daß der Boden gegen die Seitenwände ansteigt, infolgedessen das Niederschlagswasser von seitwärts her gegen die Sohle anläuft, dort zusammengefaßt wird und die Linie des Wasserlaufs, den Thalweg bildet.

Schluchten und Mulden größerer Ausdehnung nach Länge, Breite und Tiefe heißen Thäler. Man unterscheidet bei ihnen wieder den Thalgrund oder die Thalsohle von den Seitengehängen oder Thalwänden, deren obere Begrenzung als Saum oder Thalrand bezeichnet wird. Der Abstand der beiden oberen Thalränder senkrecht zur Thalrichtung heißt die obere Thalbreite, ihr mittlerer Höhenunterschied gegen die Thalsohle wird als Tiefe des Thals angesehen. Die Entfernung vom Ursprung eines Thals an der Wasserscheide bis zu seiner Mündung in ein anderes Thal oder in die Niederung wird als seine Länge gerechnet. Ist der Abstand der oberen Thalränder nicht sehr verschieden von der Breite der Thalsohle, sind die Thalwände nahe zusammengerückt, so ergeben sich Thalengen, Engpässe und Thalsperren. Diese wechseln im Verlauf eines Thalwegs meist mit Thalerweiterungen ab und es entstehen Thalbecken (Kessel) oder in Bezug auf die Höhenlage auch Thalstufen.

Im allgemeinen sind Thäler von dem Ursprung eines Wasserlaufs ab eng und erweitern sich gegen die Mündungen hin; dem entsprechend ist auch anfangs das Gefälle größer und nimmt um so mehr ab, je weiter sich der Wasserlauf erstreckt.

Die zu den Gebirgsketten parallel laufenden Thäler heißen Längsthäler und bilden meist Hauptthalwege, in welche Nebenthalwege aus den Querthälern einmünden.

Die von einem Wasserlauf in seiner ganzen Ausdehnung, vom Ursprung bis zur Mündung, und von allen seinen Zuflüssen eingenommenen Teile der Erdoberfläche, welche von der Haupt-

wasserscheide begrenzt werden, heißen dessen Fluß- oder Stromgebiet. Jeder bedeutende Zulauf eines Hauptthalwegs besitzt wieder sein eigenes Flußgebiet und ist von benachbarten Thalwegen durch sekundäre Wasserscheiden getrennt; dieses Gebiet teilt sich wieder in eine Reihe kleinerer Thalwege, welche unter sich ebenso durch Wasserscheiden dritter und vierter Ordnung getrennt werden. Demnach findet sich zwischen je zwei Thalwegen eine Linie der Wasserscheide, welche, von der Linie höherer Ordnung abzweigend, entweder im Flachland endigt, oder da, wo zwei Thalwege sich treffen, oder auch dort, wo eine Thalbildung sich stark krümmt (Ausläufer der Wasserscheide).

Für die Kenntnis und Kennzeichnung der Bodengestaltung einer Gegend sind also folgende Stellen in Bezug auf ihre Höhenlage von besonderer Wichtigkeit: 1. die Gipfel im Bergland, die Kuppen von Hügeln und die kleinen Erhebungen im Flachland. 2. der Verlauf der Haupt- und Nebenwasserscheidelinien mit Berücksichtigung der wechselnden Neigungsverhältnisse derselben, 3. die Abzweigungen der Wasserscheidelinien, 4. die Einsattelungen als tiefste Stellen der Wasserscheidelinien, und Ursprungsstellen der Thalwege, 5. der Verlauf der Thalwege mit Berücksichtigung der Gefällsänderungen, 6. die Mündungen der Thalwege niederer in jene höherer Ordnung.

Ausnahmen in der durch den Wechsel von Gebirgsketten und Thälern veranlaßten Bodengestaltung des Berglands bilden abgeschlossene Hochebenen, von deren Rand das Gelände nach allen Seiten hin abfällt; sie werden bei nicht zu großer Ausdehnung als Hochplateaux, Platten oder Tafelberge bezeichnet, und sind dadurch gekennzeichnet, daß ihre Kamm- oder Gratlinie eine in sich selbst zurückkehrende Linie bildet. Ferner können Thalbildungen auftreten, welche keinen Abfluß des Wassers zeigen, wo demnach auch die Linie des Thalwegs eine geschlossene Kurve bildet, sie werden als Kessel oder kurzweg Mulden bezeichnet.

Die Hochebenen besitzen eine bedeutende Höhenlage über dem Meeresspiegel, während die Tiefebenen, wie in Holland, sogar unter demselben liegen. Innerhalb der Hochebenen kommen ebenso wie im Flachland neben trockenem Boden ausgedehnte Sümpfe, Moräste und Moore vor. Die Beziehung der drei Hauptgattungen von Bodengestaltung zum Verkehr auf Kunststraßen und Kunstbahnen ist durch die für letztere festgesetzten Neigungsverhältnisse ausgedrückt. Kunststraßen im Flachland sollen höchstens 3 %, im Hügelland höchstens 4 %, im Bergland bis zu 5 %, im Gebirge nicht über 10 % Neigung erhalten. Hinsichtlich der Bahnen unterscheidet man im deutschen Verkehrsgebiet Flachlandsbahnen, das sind solche mit 5 Promille $\left(\frac{1}{200}\right)$, Hügellandsbahnen, das sind solche mit 10 Promille $\left(\frac{1}{100}\right)$, und weiter Gebirgsbahnen, das sind solche mit 25 Promille $\left(\frac{1}{40}\right)$ und auch größerer Maximalsteigung.

Durch Einwirkung starker Niederschläge entstehen endlich im Hochgebirge tief eingerissene, steile Schluchten, sogenannte Runsen, aus welchen das Wasser Schlamm, Gerölle und Felstrümmer mit fortreißt, sogenannte Muhrbrüche, auch kurzweg Muhren erzeugt, und im vorgelegenen Teil der Thalsohle als Schuttkegel liegen läßt, die nicht selten bis zum Fuß der jenseitigen Thalwände reichen. Manchmal treffen zwei aus gegenüberliegenden Thalwänden hervorbrechende Schuttkegel zusammen und bilden eine Erhebung der Thalsohle in Form eines Sattels.

In Bezug auf die absolute Höhe der Erhebung kann man Mittel- und Hochgebirge unterscheiden, wobei für erstere etwa 1200 m als Maximalhöhe anzusehen sind, während dem Hochgebirge eine mittlere Höhe von etwa 2000 m zugerechnet werden kann.

Das Mittelgebirge besitzt meist eine deutliche Gliederung in Gruppen und Ketten, aus welchen felsige Gipfel hervortreten.

Die Bodenbedeckung zeigt in den Thälern oft beste Kultur mit Getreide- und Hackfrüchtenbau, selbst Obst in den tieferen Lagen. Höher hinauf tritt der Graswuchs in den Vordergrund, sonst auf besserem Boden Sommergetreide. Die steileren Thalwände sind mit Laubwald bedeckt, an dessen Stelle mit zunehmender Höhe Nadelholz tritt. Im Hochgebirge ist Getreidebau nur spärlich in den tieferen Lagen möglich, es herrscht Nadelholz, welches in den obersten Regionen in niedere Formen (Krummholzkiefer) sich verliert, der minder steile Teil der Gehänge ist von kräuterreichen Wiesen (Matten, Almen) bedeckt. Die Vegetation nimmt nach oben mehr und mehr ab, gegen den Gipfel hin treten nur noch kahle, steile Formen auf. Schneefelder und Gletscher füllen die Mulden und Thalrinnen in diesen Höhenlagen aus. Die Grenze des Schnees schwankt an demselben Ort mit der Jahreszeit und ist abhängig von der Himmelsrichtung; im allgemeinen sinkt sie in höheren Breiten tiefer herab.

Hinsichtlich der Bodenbedeckung unterscheidet man Kulturland, Waldland, Ödland und Wasserflächen.

Kulturland (produktives Land) wird je nach der Bodenbearbeitung als Acker, Wiese, Weide, Gartenland, Obst-, Wein- und Hopfenpflanzung bezeichnet, wozu in einzelnen Niederungen noch das Ried- und Streuland kommt.

Waldland wird je nach dem Alter und Bestand als Hoch-, Mittel- und Niederwald, je nach den Holzgattungen als Laub- oder Nadelwald oder als gemischter Wald unterschieden; dazu kommen künstliche Anpflanzungen, welche man kurzweg als Kulturen, Schonungen, Junghölzer zu bezeichnen pflegt. Einen ausgedehnten, durch Schneisen (Geräumte) nach Abteilungen verschiedenen Alters (Schläge oder Jagen) getrennten Waldkomplex heißt man Forst, kleinere, abgetrennte Teile Waldparzellen, auch Gehölz, wenn mit Hochwald, Busch oder Gebüsch, wenn mit Niederholz bedeckt. Remisen sind kleine, regelmäßige Holzungen mitten im freien Feld zum Schutz des Wilds. Auen heißen die Laubwäldchen an den Ufern und auf den Inseln der Flüsse innerhalb des Überschwemmungsgebiets derselben. Letzteres ist vorzugsweise von Weiden, Erlen und italienischen Pappeln bedeckt, während sich auf höher gelegenen, nicht inundierten Stellen Ulmen und selbst Eichen finden.

Ödland nennt man Flächen, welche landwirtschaftlich nicht ausgenutzt werden, entweder weil sie überhaupt nicht kultivierbar sind (Felsen, nackter steiniger Boden), oder weil sie auf andere Weise Erträge liefern (Torflager, Brüche und Gruben zur Gewinnung von Baumaterialien verschiedener Art). Das Ödland zeigt manchmal eine Vegetation aus niederen Gesträuchen (Heidekraut, wildwachsenden Kräutern) mit Graswuchs untermischt, und ist teils trockener, harter Boden, teils nasses, sumpfiges, morastiges Weichland.

Wasserflächen sind alle von fließendem oder stehendem Wasser ständig überdeckten Flächen, wie Quellen, Bäche, Flüsse und Ströme, Tümpel, Weiher, Teiche und Seen.

Nach der Art der Besiedelung unterscheidet man Hof- und Dorfverfassung. Ein in sich nach allen Seiten durch die Stellung der Gebäude oder teilweise auch durch Einfriedigungen (Mauern, Zäune aus Holz oder Eisen, Bretterwände, Lehmmauern oder lebende Hecken) abgeschlossenes Ganze heißt ein Gehöft, welches entweder allein liegen oder mit einigen anderen Gehöften einen Weiler oder eine Ortschaft bilden kann. Eine größere Zahl von Gehöften mit mehr oder weniger geschlossenen Häuserreihen, mit oder ohne Kirche, bilden ein Dorf. Oft ziehen sich die Gehöfte eines Dorfs weit auseinander, namentlich in engen Thälern, in anderen Fällen sind sie enge zusammengebaut.

Die Ansiedelungen sind unter sich durch die Verkehrswege verbunden, welche in natürliche und künstliche, Land- und Wasserwege zerfallen. Natürliche Landwege sind Fußwege und Fußsteige, Waldwege und Feldwege, wenn ihre Benutzung von Jahreszeit, Witterung, Boden- und Steigungsverhältnissen abhängt. Dazu zählen auch Fahrten, welche nur vorübergehend bei der Bestellung des Bodens und zur Ernte benutzt, sonst aber überpflügt werden. Künstliche Landwege bilden für ganze Länder ein Netz, welches, von den Hauptstädten und Stapelplätzen des Verkehrs ausgehend, diese unter sich und mit den kleineren Städten, sodann letztere mit Märkten, Dorfschaften und Gehöften und endlich alle benachbarten bewohnten Orte so miteinander verbindet, daß der Verkehr von Menschen und der Transport von Erzeugnissen jeder Art in kleineren oder größeren Massen jederzeit erleichtert wird. Man unterscheidet Kunststraßen und Kunstbahnen, wobei erstere sich von den natürlichen Wegen vorzugsweise durch Ausbau einer haltbaren Fahrbahn, durch zweckmäßige Richtungs- und Steigungsverhältnisse unterscheiden.

Kunstbahnen sind Verkehrswege zu Lande, deren Fahrbahn aus besonderem Material hergestellt und der Form der Fahrzeuge angepaßt ist, in der Absicht die Widerstände der Bewegung bedeutend zu verringern. Ihre Anfänge sind der einfache Bohlenbeleg, auf welchem Schiebkarren zum Erd- und Steintransport in Bewegung gesetzt werden. Zu den alten Tempeln führten besondere Straßen mit zwei Reihen Steinplatten belegt, wie sie gegenwärtig noch in den oberitalienischen Städten üblich sind. Aus dem breiten Bohlenbeleg ging man in englischen Kohlenbergwerken zu schmalen Holzbahnen über, auf welchen Räder mit Spurkränzen liefen. An Stelle der auch unter freiem Himmel ausgeführten Holzbahn trat später die Eisenbahn und die Zugkraft der Tiere wurde durch jene der Lokomotive ersetzt. Die Ausdehnung des Eisenbahnnetzes über alle Kulturländer erfolgte außerordentlich rasch. Gegenwärtig verbindet es die politischen und kommerziellen Haupt- und Stapelplätze untereinander und mit allen bedeutenden und produktiven Orten und Gegenden; es erstreckt sich in die nicht kultivierten Länderstriche und vermittelt den Verkehr von Menschen und den Austausch der Produkte ihrer Tätigkeit auf große Entfernungen.

Wie man bei Kunstbahnen in Bezug auf ihre Bedeutung für den Verkehr zwischen Haupt- und Nebenbahnen unterscheidet, ebenso ergeben sich bei Kunststraßen die Unterscheidungen: Staats-, Bezirks-, Distrikts- oder Gemeindestraßen, je nachdem sie dem Verkehr der Hauptstädte und Handelsplätze, oder jenem der Provinzen, der Bezirke, Distrikte oder Gemeinden unter sich zu dienen haben.

Endlich sind in topographischer Hinsicht die Straßeneisenbahnen anzuführen; sie stehen zwischen Kunststraße und Kunstbahn in der Mitte, indem sie einerseits den Straßenkörper, andererseits den Schienenweg und für denselben konstruierte besondere Fahrzeuge benutzen.

Natürliche Wasserwege des Verkehrs sind die schiffbaren Flüsse und Ströme, künstliche Wasserwege die Schiffahrtskanäle, welche nach ihrer Anlage und Bedeutung in drei Klassen eingeteilt werden, je nachdem sie kleineren, größeren oder sehr großen Seeschiffen den Durchgang ermöglichen.

Die verschiedenen Verkehrswege kreuzen sich vielfach untereinander und mit gewöhnlichen Wasserläufen; infolgedessen werden besondere Bauwerke mancherlei Art notwendig. Die Überführung der gewöhnlichen Straßen über Kunstbahnen erfolgt entweder in gleicher Höhe durch sogenannte Überfahrten (Rampen) oder in ungleicher Höhe durch Bahnüberbrückungen und Wegunterführungen. Wo Kunstbahnen die Wasserläufe überschreiten, geschieht dies mittels Durchlässen oder Brücken der verschiedensten Größe. Schiffahrtskanäle werden auf festen oder beweglichen Brücken überschritten.

Im Zug der natürlichen und künstlichen Wasserläufe finden sich außerdem Bauobjekte, die mehr oder weniger deutlich aus der Bodengestaltung hervortreten, wie Aquädukte, Kammerschleusen, Wehre, Schleusen, Schützen, Überfälle u. dgl. Endlich machen sich im Gelände alle jene Objekte geltend, welche als Einfriedigungen jeder Art das Eigentum sichern, so namentlich Mauern, Holzwände, Zäune und Hecken, sodann alle Vorrichtungen, welche der Sicherung des Verkehrs zu dienen haben, wie Abweissteine und Pfosten, Geländer, Schlagbäume, Zugschranken u. dgl.

Die Aufnahme der Bodengestaltung geschieht je nach dem Zweck, den Mitteln und ihrer Ausdehnung in verschiedener Weise und richtet sich nach den besonderen Verhältnissen.

Sie bezweckt, alle bemerkenswerten Punkte der Erdoberfläche nach ihrer räumlichen Lage zu bestimmen, und sie findet ihre Darstellung zunächst in Karten und Plänen, welche die Horizontalprojektionen liefern und das Ergebnis der Horizontalaufnahmen sind,

sodann entweder in Profilen oder in Horizontalkurven (Schichtenlinien), welche die vertikalen Erhebungen festlegen und Schnittlinien der Bodenoberfläche mit lotrechten, bezw. wagrechten Ebenen bilden.

Demgemäß kann man folgende Arten der Aufnahme unterscheiden: *a*) nach Profilen, welche gegenseitig festgelegt werden und den Schnitt von Vertikalebenen mit dem Gelände darstellen; *b*) nach Horizontalkurven, welche entweder unmittelbar auf dem Feld gesucht, aufgenommen und in die Pläne eingetragen oder dadurch mittelbar abgeleitet werden, daß man alle jene Punkte aufnimmt und nach ihrer Höhenlage bestimmt, welche vorzugsweise die Bodengestaltung kennzeichnen und diese sodann zur Konstruktion der Schichtenlinien benutzt. Bezüglich der hier in Anwendung kommenden Messungsmethoden s. Vertikalmessungen und Tachymetrie, Universalinstrumente.

Litteratur: Frobenius, Grundriß der Terrainlehre für Offiziere aller Waffengattungen, 1. Teil: Elemente der Terrainlehre, zugleich als Lehrbuch für die k. Kriegsschulen, Berlin 1875; Streffleur, Allgemeine Terrainlehre für Ingenieure, Naturforscher, Geographen, Militärs etc., Wien 1876 (unvollendet); Dünkelberg, Encyklopädie und Methodologie der Kulturtechnik, 1. Bd.: Terrainlehre und Terraindarstellung, Braunschweig 1883. Dr. Decher.

Bodenlösung (Bodentransport), s. Erdarbeiten.

Bodenmeister, Güterbodenmeister, Magazinsaufseher, jene Bediensteten, welche auf den Güterböden für die unmittelbare praktische Behandlung der Güter thätig sind. Die B. haben die Beaufsichtigung des ganzen Lade- und Aufspeicherungsverfahrens und die technische Übernahme der Güter zu besorgen. Sie beurteilen die Tüchtigkeit der Verpackung, die Transportfähigkeit des Gutes, behüten die Eisenbahnverwaltung vor Verlusten durch Beschädigung der Güter, befehligen und kontrollieren die Arbeiter bei der Behandlung der Güter, intervenieren bei Ausfolgung derselben u. s. f.

Bodenuntersuchung (*Boring of the soil; Forage*, m.), die Feststellung der inneren (geognostischen) Beschaffenheit des Bodens, also die Bestimmung der Art, Lagerung, sowie Stärke der Bodenschichten, der Wasserverhältnisse im Erdinnern u. dgl. m., ist von der größten Wichtigkeit für die Gründung von Kunst- und Hochbauten, namentlich aber für die Herstellung von Dämmen und Einschnitten.

Die Mittel, durch welche man sich Kenntnis von der inneren Beschaffenheit des Bodens verschaffen kann, sind verschiedener Art. In erster Linie empfiehlt es sich, etwa vorhandene geognostische Karten des in Frage kommenden Gebiets zu Rate zu ziehen; sodann wird nach Aufschlüssen in der Umgebung der Baustellen zu suchen sein, wie z. B. nach Bloßlegungen des Erdinnern, welche eine erwünschte Einsicht gestatten könnten. Dabei kann es sich um natürliche Entblößungen handeln, wie z. B. um Wasserläufe, deren Uferwände vielfach einen guten Einblick in die Beschaffenheit der umgebenden Bodenschichten gestatten, oder aber um künstliche, durch Menschenhand erzeugte Entblößungen, wie Einschnitte an bestehenden Straßen und Kanälen, Steinbrüche, Kiesgruben u. dgl., endlich Baugruben verschiedener Art. An solchen Stellen, bezw. an bloßliegenden Schichtköpfen läßt sich nicht nur die Art und Mächtigkeit der auftretenden Bodenarten, sondern auch das Streichen jeder Schichte (der Winkel, welchen eine in der Schichtenbegrenzungsebene gezogene Horizontallinie mit dem magnetischen Meridian einschließt), sowie das Fallen (der Winkel, welchen eine senkrecht zur Streichlinie in die Schichtenebene gezogene Gerade mit der Wagerechten einschließt) bestimmen, woraus dann unter Umständen auf den geologischen Bau des in Frage kommenden Terrainstreifens, auf die Standfestigkeit des Bodens u. s. w. geschlossen werden kann.

Sind natürliche oder künstliche Entblößungen nicht vorhanden, oder können solche nicht genügenden Aufschluß über den Untergrund der Baustelle gewähren, so sollen besondere Untersuchungen mittels Versuchsgruben, Schlitzen, Schächten und Stollen oder aber Bohrungen vorgenommen werden.

Gruben werden mit einer quadratischen Sohle von etwa 1,0—1,5 m Seitenlänge mit möglichst steilen Böschungen, unter thunlichster Vermeidung von Ausbolzung derselben, hergestellt, und eignen sich deshalb nur für mäßige Tiefen (2—3 m). Ähnliches gilt für Versuchsschlitze, wie sie zur Aufklärung der Abtragsmassen und der Wasserverhältnisse in An- und Einschnitten gerne zur Ausführung kommen, wobei dann ihre Ausdehnung und Tiefe durch die örtlichen Verhältnisse und die erwachsenden Kosten sehr bald eine Grenze finden.

Handelt es sich um sehr gründliche Aufschlüsse auf große Tiefen hin, so sind bergmännisch herzustellende Schächte und Stollen unvermeidlich. Sie erfordern jedoch sehr bedeutende Kosten und sind deshalb nur als Vorarbeiten bei großen Bauwerken und in solcher Weise anzulegen, daß sie neben der Bodenuntersuchung auch noch anderen Zwecken dienen können, daß sie sich schließlich z. B. in ein beabsichtigtes Entwässerungsnetz einbeziehen lassen u. dgl. m.

Für gewöhnlich wird man eine tiefer reichende B. mit Hilfe von Bohrungen ausführen, und zwar mit steifem Gestänge bei Handbetrieb. Dabei kann in zweifacher Weise vorgegangen werden, je nachdem man leicht gebundene und lockere Bodenschichten oder aber feste Gesteinsmassen zu durchsetzen hat. Im ersten Fall werden die Bohrlöcher durch Drehen des Bohrers hergestellt, wobei dieser in ähnlicher Weise wirkt, wie ein Holzbohrer, Teile der durchsetzenden Schichten in sich schließt und zur Untersuchung nach außen befördert, im andern Fall aber wird der Bohrer aufgezogen und dann fallen gelassen, wobei er das Gestein zerstößt, welches dann als Bohrmehl, oder, wenn es wie gewöhnlich durchnäßt ist, als Bohrschlamm ausgehoben und untersucht wird. In beiden Fällen wird der Bohrer an einem Gerüst aufgehängt; nur geschieht das eine Mal die Drehung mittels eingesteckter Hebelarme oder sonstiger Hilfsmittel, das andere Mal das Heben des Bohrers durch Anziehen eines Seils, ähnlich wie bei einer Zugramme. Bei den Freifallbohrern, welche auf bedeutendere Tiefen Anwendung finden, läßt man den Bohrer, nachdem er aufgezogen worden, nicht im ganzen fallen, sondern bringt

nur einen Teil desselben mittels einer besonderen Auslösevorrichtung zum Absturz. Es braucht dann nur der untere, besonders bewegliche Teil stärker gehalten zu werden, während der obere längere Teil schwächere Abmessungen erhielt.

Am Bohrer selbst unterscheidet man drei Teile, den eigentlichen Bohrer oder das Unterstück, den Schaft oder das Gestänge, welches mit jenem verschraubt wird und sich je nach der Tiefe des Bohrlochs aus einer Anzahl von Stücken zusammensetzt, endlich das Kopf- und Oberstück, welches zur Verbindung des Gestänges mit einem Seil oder einem Mechanismus dient. Beim Durchsetzen weicher, lockerer oder auch leicht gebundener Bodenarten, ja selbst milder Gesteine hat das Unterstück eine dem gewöhnlichen Holzbohrer ähnliche Form und heißt dann Schneid- oder Schneckenbohrer (Fig. 266). Die Weite seiner Öffnung richtet sich nach der Größe der auftretenden Gesteinstrümmer und muß so bemessen werden, daß die gelösten Massen im Bohrstück festgehalten und nach oben befördert werden können. Zuweilen wird vor Anwendung des Schneidbohrers der Spiralbohrer, ein einem Pfropfenzieher ähnliches Stück, zur Lockerung der Massen benutzt.

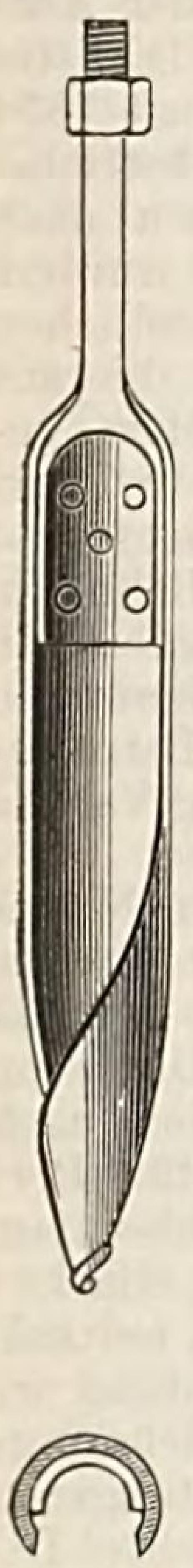


Fig. 266.

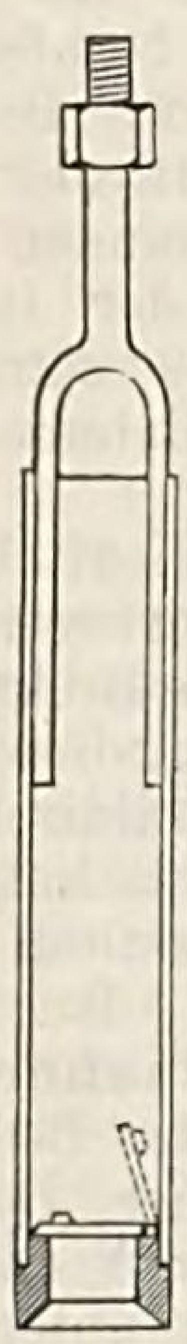


Fig. 267.

Handelt es sich um sehr weiche Schichten, wie Schlamm oder gewisse Sandarten (sog. schwimmendes Gebirge), so wird der Schöpf- oder Ventilbohrer (Fig. 267) verwendet, ein cylindrisches, nach unten durch ein Klappen- oder Kugelventil verschließbares Blechgefäß. Beim Niedergehen desselben in die durchweichte Masse dringt diese in den Hohlraum ein und schließt beim Heben des Bohrers selbst das Ventil. Unter diesem ist eine mäßig hohe Schneide angebracht, wodurch das Eindringen in den Schlamm erleichtert und das Ventil vor Beschädigungen geschützt wird.

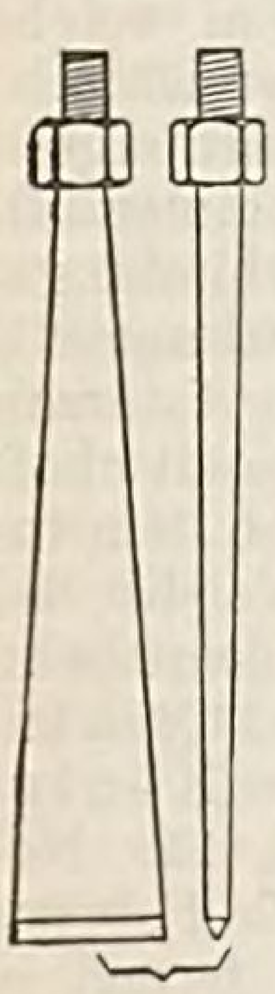


Fig. 268.

Werden die Bodenschichten so fest, daß das vorstehend beschriebene Verfahren versagt, so werden Bohrlöcher von etwa 10 bis 15 cm Weite durch Zerkleinerung derselben und Herausholen des sogenannten Bohrmehls oder Bohrschlamms hergestellt. Das Zerkleinern geschieht mit verschiedenen Arten von Meißelbohrern, welche am besten nach Fig. 268 eine gerade Schneide erhalten, deren Winkel mit der Festigkeit des Gesteins wachsend genommen wird. Da die mit solchen Bohrern hergestellten Löcher bei größeren Tiefen leicht zu wenig rund ausfallen, so empfiehlt sich die Benutzung der Meißelbohrer mit Ohrenschneiden, welche nach Fig. 269 zwei senkrecht zur unteren Hauptschneide gerichtete Schneiden besitzen. Zum Herausholen des zerstoßenen Gesteins dient der früher beschriebene Schöpfbohrer (Fig. 267).

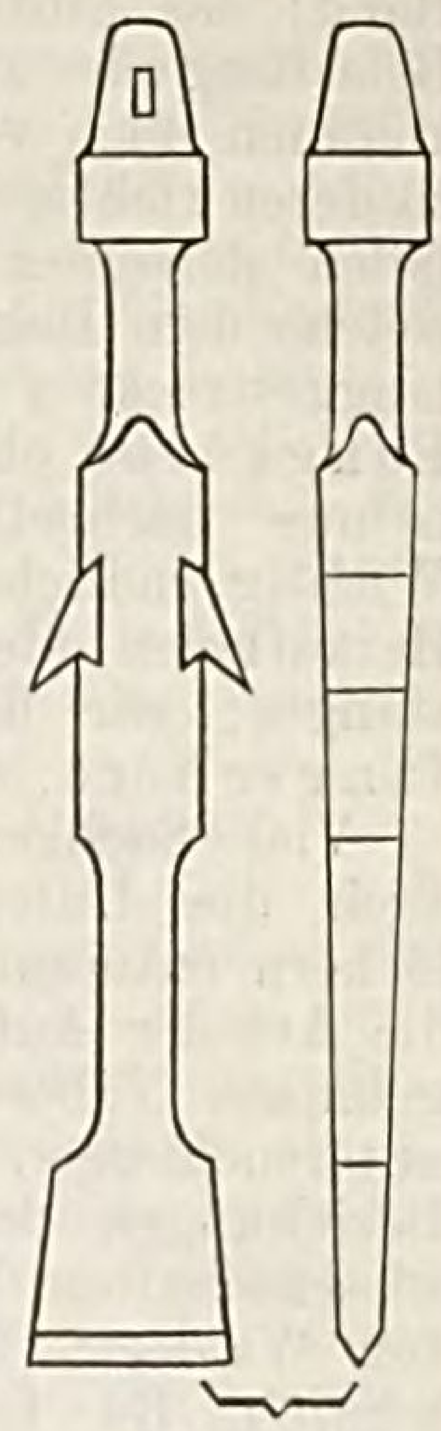


Fig. 269.

Der Schaft, an dessen unterem Ende eines der beschriebenen Unterstücke befestigt wird, muß seine Länge mit der Tiefe des Bohrloches ändern; er setzt sich deshalb aus einer kleineren oder größeren Zahl einzelner Stücke zusammen. Dieselben erhalten zum großen Teil eine Länge von 3—4 m, außerdem aber sind, da die Länge des Schafts sich mit dem Fortschritt des Bohrens nicht so jäh ändern kann, auch noch mehrere sogenannte Wechselstücke von geringeren und wechselnden Längen vorhanden. Ihr Querschnitt ist kreisrund oder quadratisch, in letzterem Fall bei einer Seitenlänge von etwa 3 cm, und sie werden untereinander, sowie mit dem Unter- und Oberstück gewöhnlich verschraubt, seltener durch Keile verbunden. Um zu verhüten, daß sich die Schraubenverbindungen beim Rückwärtsdrehen des Bohrgestänges lösen, wendet man verschiedene Arten von Muffenversicherungen an.

Oben endigt der Schaft in das Kopfstück, an welchem das Seil und die zum Drehen erforderlichen Hebel angebracht werden. Dieses selbst hängt mit einer Rolle an dem Bohrgerüst, welches gewöhnlich aus drei, oben durch eine Eisenstange verbundenen Holzsäulen besteht, deren Höhe mit Rücksicht auf die Länge der Schaftstücke bemessen wird, und von welchen eine in der Regel zum Verlängern und Verkürzen eingerichtet ist, um das Gerüst an steilen Gehängen aufstellen zu können. Eine der Säulen ist außerdem mit Sprossen versehen und dient als Leiter. Je nach der Höhe des ganzen Gerüstes werden ein oder mehrere Zwischenböden eingelegt, welche gleichzeitig zur Führung des Gestänges dienen. Zuweilen wird das Gerüst zum Schutz gegen die Witterung mit einer Verschalung versehen.

Zum Heben des Bohrers dient, wie bemerkt, ein über die Rolle gelegtes Seil, an welchem die Zugstränge der Arbeiter entweder unmittelbar oder vermittels eines eingeschalteten ungleicharmigen Hebels wirken. Zum Drehen des Bohrers dienen Hebel (Krücken), die an beliebigen Stellen des Gestänges angebracht werden können.

Zu einem vollständigen Bohrapparat gehören außer den bis jetzt genannten Teilen noch verschiedene andere, so namentlich Ausfütterungsröhren, welche unter allen Umständen zur Leitung des Gestänges auf eine Tiefe von einigen Metern, in manchen Fällen aber (in rolligem und zerklüftetem Boden oder auch bei starkem Zudrang von Wasser) auf die ganze Bohrlochtiefe zur Anwendung kommen müssen. Man verwendet dabei cylindrische oder schwach konische Blechrohre von etwa 2 m Länge, welche

untereinander verbolzt werden, und versieht das unterste Stück mit einem verstählten scharfen Rand; das Eintreiben geschieht durch ruhende Belastung oder aber Rammung. Zu diesen Röhren kommen noch verschiedene Werkzeuge, welche zu deren richtigen Einbringung und zum Herausholen derselben dienen, sodann Leitkörbe, welche dem Bohrgestänge eine Führung in den langgestreckten Bohrlöchern gewähren sollen, Fangkörbe oberhalb des Bohrstücks zur Aufnahme nachrollender Erdstücke u. dgl. m. Wichtig endlich sind auch noch Werkzeuge zum Heraufholen abgebrochener Teile des Bohrgestänges, wie der Glückshaken, die Fallfangschere, die Krätzer u. s. w.

Viel Sachkenntnis und Sorgfalt verlangt auch die Untersuchung der aus den Bohrlöchern entnommenen Massen (Bohrproben) und die Art der Aufschreibung der gefundenen Ergebnisse. Näheres hierüber, sowie über Bodenuntersuchungen überhaupt s. in Wagner, die Beziehungen der Geologie zu den Ingenieurwissenschaften, Wien 1884; außerdem Heusinger von Waldegg, Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Bd. 1, Kap. III. Loewe.

Bödelibahn (Schweiz), normalspurige Sekundärbahn im Berner Oberland; verbindet den Thunersee (Uferstation Därligen) mit dem Brienzersee (Uferstation Bönigen) und beide mit dem als internationaler Touristenort weltbekannten Interlaken, der bedeutendsten ungefähr in der halben Länge der Bahn gelegenen Station.

Die Bödelibahn wurde vom Kanton Bern am 28. Dezember 1870 konzessioniert, in zwei Teilen gebaut und in Betrieb gesetzt; nämlich Därligen-Interlaken am 12. August 1872, Länge 4,329 km, Interlaken-Bönigen am 1. Juli 1874, Länge 4,124 km. Die ganze Länge der Bahn beträgt somit bloß 8,4 km. Sie besitzt überdies eine Trajektanstalt auf dem Thunersee. Ursprünglich selbständig betrieben, wurde sie vom 1. September 1876 bis 31. Dezember 1888 durch die Jura-Bern-Luzern-Bahn verwaltet. Seit dem 1. Januar 1889 ist der Betrieb der Bahn an einen Einzelunternehmer verpachtet. Der Sitz des Verwaltungsrats der Bahn ist in Bern, derjenige des Betriebspächters in Interlaken.

Der Minimalradius der Bahn beträgt 150 m (früher 180 m, die engere Kurve ist die Folge einer im Jahr 1884 vorgenommenen Bahnverlegung), die Maximalsteigung 7‰ (bei der Lütschinenbrücke).

Die Schienen sind zum Teil aus Eisen, zum Teil aus Stahl, erstere haben 19 und 26 kg, letztere 23 kg Gewicht pro laufenden Meter. Das Rollmaterial besteht aus drei zweiachsigen Krauß'schen Tenderlokomotiven, von welchen zwei 10, eine 11 t leer, bezw. 12,58 t und 13,58 t mittleres Dienstgewicht haben, außerdem noch aus neun Lastwagen und 16 zweistöckigen Personenwagen mit zwei Achsen. Auf jede Achse entfallen hierbei 30,37 Sitzplätze und 4,97 t Eigengewicht. Die Baukosten der Bahn betrugen ursprünglich 1 467 975 Frs. (pro Kilometer 173 663 Frs.) für die Bahnanlage und feste Einrichtung, 338 285 Frs. (pro Kilometer 37 588 Frs.) für Rollmaterial, im ganzen 1 806 260 Frs. (pro Kilometer 211 251 Frs.). Auf Grund des schweizerischen Gesetzes über das Rechnungswesen der Eisenbahnen sind die Baukosten pro Ende 1887 wie folgt festgestellt: für Bahnanlage und feste Einrichtungen 1 294 248 Frs. oder 153 111 Frs. pro Kilometer, für Mobilien und Gerätschaften 37 583 Frs. oder 4 446 Frs. pro Kilometer, für Rollmaterial 331 065 Frs. oder 36 785 Frs. pro Kilometer; im ganzen 1 662 896 Frs. oder 194 342 Frs. pro Kilometer. Ferner sind 165 350 Frs. für das Trajektschiff mit zugehörigen Einrichtungen auf dem Thunersee ausgegeben. Im Jahr 1887 betrugen die Einnahmen 168 426 Frs., die Ausgaben 93 728 Frs., woraus sich ein Betriebskoefficient von 55,65% ergiebt. Dietler.

Böhm, Josef Ritter von, Direktor der österreichischen Südbahn, geboren am 21. Januar 1818 zu Wien, gestorben am 21. Juni 1880, studierte in seiner Vaterstadt und trat 1839 in den Staatspostdienst. Nachdem er sich durch viele Jahre dem praktischen Postwesen gewidmet hatte, wurde B. 1851 bei der k. k. Generalinspektion für Kommunikationen mit der Aufsicht und Kontrolle des administrativen Dienstes des Eisenbahnbetriebs betraut. Im August 1854 kam er als Sekretär zur k. k. Eisenbahnbetriebsdirektion der italienischen Staatsbahnen nach Verona und als diese Bahnen verkauft wurden, im Juni 1857 als k. k. Inspektor der südlichen Staatsbahnen nach Triest. Kurze Zeit hierauf (1858) wurde B. zu der eben ins Leben getretenen Südbahngesellschaft berufen und ursprünglich für die Leitung des Betriebs und der Bahnerhaltung der Nordtiroler Bahn in Innsbruck in Aussicht genommen, jedoch in Würdigung seiner Kenntnis der italienischen Verhältnisse am 1. Mai 1859 zum Betriebsdirektor der oberitalienischen Bahnen in Verona ernannt.

Nach Abtrennung des italienischen Netzes von den Linien der Südbahn wurde B. am 1. Dezember 1866 zum Betriebsdirektor in Innsbruck bestellt und nach Auflösung dieser Direktion am 1. Januar 1870 zur Generaldirektion nach Wien für die Leitung der Abteilung für Personalien und gemeinnützige Anstalten einberufen. Dr. H. Gintl.

Böhmische Kommerzialbahnen, normalspurige Bahnen untergeordneter Bedeutung im Königreich Böhmen mit einer Betriebslänge von 203 km. Vorstand ist der Verwaltungsrat, welcher ebenso wie die ihm unterstellte Direktion den Sitz in Wien hat. Die böhmischen Kommerzialbahnen umfassen fünf räumlich getrennte Linien, nämlich: 1. die am 15. November 1881 eröffnete 42,195 km lange Strecke Nimburg- (Velelib-) Kopidlno-Jičin, welche mittels der 3,322 km langen, der österreichisch-ungarischen Staatseisenbahngesellschaft eigentümlichen und von den böhmischen Kommerzialbahnen pachtweise betriebenen Verbindungsstrecke Velelib-Nimburg (Staatseisenbahngesellschaft) in letzterer Station an die österreichisch-ungarische Staatseisenbahngesellschaft anschließt, während durch die lediglich dem internen Dienst eröffnete Transitstation Velelib, der Anschluß an die österreichische Nordwestbahn hergestellt wird; in Křinec zweigt die 11,856 km lange Strecke Křinec-Dymokur-Königstadtl (bis Dymokur ebenfalls am 15. November 1881, bis Königstadtl am 19. Februar 1882 dem Betrieb übergeben) und ferner in Kopidlno die 39,793 km lange Verbindungslinie Kopidlno-Libáň-Detenic-Bakov (zum Anschluß an die Böhmische Nordbahn) ab; bis Libáň am 1. Juli 1882, bis Bakov am 26. August

1883 eröffnet. In Detenic schließt sich eine am 26. August 1883 dem Verkehr übergebene, 14,056 km lange Abzweigung nach Taxis-Dobrovic an, auf welcher nur Güterverkehr stattfindet. In obiger Betriebslänge inbegriffen wird eine 1,267 km lange, von Mitte der Station Jičin bis zur Abzweigung der Linie Jičin-Velelib gehende Strecke gemeinsam mit der Eigentümerin (der österreichischen Nordwestbahn), sowie eine 2,375 km lange, von Mitte der Station Bakov bis zur Abzweigung der Strecke Bakov-Kopidlno sich erstreckende Linie gleichfalls gemeinsam mit der Eigentumsbahn (böhmische Nordbahn) betrieben.

Die zweite Bahnlinie führt von Königgrätz (welche Station gemeinsam mit der anschließenden österreichischen Nordwestbahn und Süd-norddeutschen Verbindungsbahn benutzt wird), über Sadowa-Dohalic (woselbst eine am 25. März 1882 eröffnete 10,571 km lange Strecke nach Smiřic abzweigt) nach der gleichfalls von den Kommerzialbahnen mitbenutzten Station Wostroměř der österreichischen Nordwestbahn; die ganze Strecke ohne obigen Flügel ist 34,323 km lang und wurde am 19. März 1882 dem öffentlichen Verkehr übergeben.

Die dritte, 7,826 km lange Linie verbindet Hochwessely mit der Station Smidar der österreichischen Nordwestbahn und wurde am 20. Oktober 1881 für den Güter-, am 20. Februar 1882 für den Personenverkehr eröffnet.

Die vierte, 11,927 km lange Strecke Brandeis a. E.-Čelakovic-Mochov, die in der Station Čelakovic von der österreichischen Nordwestbahn gekreuzt wird, wurde am 10. Oktober 1882 dem Güter-, am 11. Januar 1883 dem Gesamtverkehr übergeben. Die Teilstrecke Čelakovic-Mochov dient nur dem Güterverkehr.

Die fünfte, 26,898 km lange Bahnlinie endlich verbindet Station Rokycan der böhmischen Westbahn mit Station Nezvěstic der k. k. österreichischen Staatsbahnen; diese Strecke wurde von Rokycan bis Miröschau am 1. August 1882 und bis Nezvěstic am 1. August 1883 eröffnet; die Linie Rokycan-Miröschau, seit der Eröffnung an die böhmische Westbahn verpachtet, ging 1888 wieder in die gesellschaftliche Verwaltung über.

Außerdem schließen drei eigentümliche und 18 Privatschleppbahnen, bezw. Ladegleise, welche größtenteils nach Zuckerfabriken führen, an die einzelnen Linien an; die Gesamtlänge derselben beträgt 22,763 km.

Die Gründung der böhmischen Kommerzialbahnen fällt in eine Zeit, wo das Privatkapital vor Schaffung von Privatbahnen ohne Staatsunterstützung zurückschreckte; trotzdem gelang es der Bauunternehmung von J. Muzika & C. Schnabel in Wien das Unternehmen durch ausgiebige Unterstützung seitens der Interessenten und der Länderbank zu stande zu bringen, und erwarb dieselbe die Konzessionen für den Bau und Betrieb der als eingleisige, normalspurige Lokalbahnen auszuführenden Lokomotiveisenbahnen Königgrätz-Wostroměř, Sadowa-Smiřic, Nimburg-Jičin, Křinec-Königstadtl, Kopidlno-Libáň, Nezvěstic-Miröschau und Nusle-Modřan; dieselbe wurde den Antragstellern durch Urkunde vom 9. Mai 1881 (R. G. Bl. Nr. 48) auf 90 Jahre erteilt. Auf Grund des ihnen gleichzeitig eingeräumten Rechts mit Bewilligung der Staatsregierung entweder die aus der Konzession erwachsenden Rechte und Pflichten an eine schon bestehende Aktiengesellschaft zu übertragen oder eine neue zu bilden, veranlaßten die Konzessionäre zur Bildung der Aktiengesellschaft der k. k. priv. böhmischen Kommerzialbahnen, die sich am 3. November 1881 in Wien konstituierte. Nachdem bereits 1881 und zu Anfang des Jahrs 1882 ein großer Teil der konzessionierten Linien eröffnet worden war, übernahm die Gesellschaft am 1. Juli 1882 auch noch die an J. Muzika & C. Schnabel durch Urkunde vom 17. Mai 1882 (R. G. Bl. Nr. 60) erteilte Konzession für den Bau und Betrieb der Linie Libáň-Bakov mit der Abzweigung Detenic-Taxis-Dobrovic. Die Kommerzialbahnen übertrugen der genannten Bauunternehmung — für welche nach dem im Juni 1882 erfolgten Tod von J. Muzika sein Gesellschafter die Geschäfte weiterführte — auch den Bau und die Ausrüstung dieser Linien Im Jahr 1885 wurde mit der österreichischen Lokaleisenbahngesellschaft ein Abkommen getroffen, nach welchem vom 1. Juli dieses Jahrs ab die Strecken Smidar-Hochwessely und Brandeis a. E.-Čelakovic-Mochov dieser letzteren Verwaltung — für die erste Linie war die Konzession durch Urkunde vom 28. August 1880 (R. G. Bl. Nr. 128), für die letztere durch Urkunde vom 7. November 1881 (R. G. Bl. Nr. 134) erteilt worden — in das Eigentum und den Betrieb der böhmischen Kommerzialbahnen übergingen, während diese Verwaltung die Linie Nusle-Modřan an die österreichische Lokaleisenbahngesellschaft abtrat. Mit 1. Januar 1887 wurde die Linie Brandeis a. E.-Čelakovic-Mochov an die österreichisch-ungarische Staatseisenbahngesellschaft weiterverkauft und der Erlös zur Fundierung des Aufwands für Neuinvestitionen, teils zur Vereinigung der Prioritätsschuld verwendet. Gleichzeitig wurde die Konversion der gesellschaftlichen Prioritäten in 4 % Notentitres beschlossen. Der Betrieb der verkauften Linie Brandeis a. E.-Mochov wird einstweilen von den böhmischen Kommerzialbahnen auf Rechnung der neuen Eigentümerin weitergeführt.

Wenngleich nun der Verwaltungsrat — dessen Mitglieder übrigens, einem Beschluß der Generalversammlung des Jahrs 1882 zufolge, zu einem Drittel von denjenigen Grundbesitzern gewählt werden, welche mindestens 40 000 m² Grund und Boden zum Bahnbau unentgeltlich abgetreten haben — den Vorstand der Gesellschaft bildet, so hat doch die österreichisch-ungarische Staatseisenbahngesellschaft, welche Ende 1882 sämtliche Titres der böhmischen Kommerzialbahnen aufkaufte, einen nicht unwesentlichen Einfluß auf die finanzielle Geschäftsleitung des Unternehmens.

Das Anlagekapital beträgt 12 098 600 fl. und zerfällt in 6 375 800 fl. Stammaktien und 5 722 800 fl. Prioritätsobligationen. Eine Garantie hat der Staat nicht übernommen, jedoch Befreiung von Erwerb- und Einkommensteuer, sowie von Couponstempelgebühren auf 30 Jahre zugesichert.

Der Fahrpark bestand 1888 aus 21 Lokomotiven, 42 Personenwagen und 288 Lastwagen; die Betriebseinnahmen betrugen 542 519 fl., die Betriebsausgaben 286 328 fl.; der Betriebsüberschuß betrug 256 191 fl.; Betriebskoefficient 52,78 %.

Die böhmischen Kommerzialbahnen gehören dem Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen an. Rübenach.

Böhmische Nordbahn (k. k. priv. Böhmische Nordbahn-Gesellschaft) (320 km), Privatbahngesellschaft mit dem Sitz in Prag. Die Leitung und Vertretung der Gesellschaft obliegt dem Verwaltungsrat. Die Ausführung der Beschlüsse des letzteren und die Führung der Geschäfte im besondern ist Sache der Generaldirektion, die ebenfalls ihren Sitz in Prag hat. Die eingleisige und normalspurige Hauptbahn umfaßt die 103,712 km lange vormalige Turnau-Kralup-Prager Eisenbahn, Prag-Vysočan-Neratovic-Všetat-Přivor-Jungbunzlau-Bakov-Turnau, nebst Zweigbahn Neratovic-Kralup (15,973 km), die 97,968 km lange Strecke von Bakov über Böhmisch-Leipa, Röhrsdorf, Tannenberg, Kreibitz-Neudörfel und Rumburg nach Georgswalde-Ebersbach, ferner die hieran anschließenden Linien Rumburg-Schluckenau-Nixdorf (20,468 km), Kreibitz-Neudörfel-Warnsdorf (11,458 km), Tannenberg-Böhmisch-Kamnitz-Bensen-Tetschen-Bodenbach (40,143 km) — auf den zusammen 1,338 km langen Strecken Bodenbach-Rosawitz und Bodenbach-Staatsbahn dieser Linie findet Personenverkehr nicht statt — die Lokalbahn Böhmisch-Kamnitz-Steinschönau (4,45 km), die Lokalbahn Röhrsdorf-Zwickau i. B. (4,8 km), die Verbindungsstrecke Böhmisch-Leipa-Bensen (20,218 km) und die (nur dem Güterverkehr dienende) Schleppbahn Tetschen-Landungsplatz (0,808 km); außerdem werden in Kralup 0,992 km, in Turnau 0,861 km, in Ebersbach 0,225 km gemeinschaftlich mit den Anschlußbahnen benutzt. Ferner sind 23 gewerbliche Anlagen, namentlich Zuckerfabriken, durch Schleppbahnen, die teilweise eine ganz beträchtliche Länge — davon eine 9 km — und im ganzen eine Ausdehnung von 43 km haben, mit der Hauptbahn verbunden. Schienenanschluß hat die böhmische Nordbahn in Prag und Bodenbach an die k. k. österreichischen Staatsbahnen, in Vysočan, Vsetat-Přivor, Jungbunzlau und Tetschen an die österreichische Nordwestbahn, in Kralup an die Buschtěhrader Bahn und an das zugleich in Bodenbach mit ihr in Schienenverbindung stehende Netz der österreichisch-ungarischen Staatseisenbahngesellschaft, ferner in Bakov an die böhmischen Kommerzialbahnen, in Turnau an die südnorddeutsche Verbindungsbahn, in Böhmisch-Leipa an die österreichische Lokaleisenbahngesellschaft, endlich in Bodenbach noch an die sächsischen Staatsbahnen, die in Georgswalde-Eberswalde, Warnsdorf und Tetschen gleichfalls an die böhmische Nordbahn Anschluß haben.

Den ältesten Bestandteil der böhmischen Nordbahn bildet die ehemalige k. k. priv. Turnau-Kralup-Prager Eisenbahn, welche sich ab 1. Januar 1883 mit der böhmischen Nordbahn fusionierte; zum Bau derselben erhielt am 28. August 1863 ein Konsortium, welches im Anfang des Jahrs 1864 eine Aktiengesellschaft begründete, die Konzession auf 90 Jahre, und zwar zunächst für die Strecke Turnau-Neratovic-Kralup, welche am 16. Oktober 1865 eröffnet wurde. Am 20. August 1869 wurde der Gesellschaft die Konzession für die Linie Neratovic-Prag erteilt, welche am 28. Oktober 1872 dem Verkehr übergeben wurde. Inzwischen war bereits am 6. Oktober 1865 einem Konsortium, in welchem sich auch verschiedene Konzessionäre der Turnau-Kralup-Prager Eisenbahn befanden, auf 90 Jahre, vom Tag der Betriebseröffnung ab gerechnet, die Konzession für den Bau und Betrieb der böhmischen Nordbahn erteilt worden. In der Konzession war zwar der Beginn der Bauarbeiten im Lauf des Jahrs 1867 vorgeschrieben, die Staatsverwaltung traf jedoch — damit der Bahnbau sofort beginnen konnte — am 8. Oktober 1866 mit den Konzessionären ein neues Übereinkommen, nach welchem der Staat einen Vorschuß von 4000000 Gulden gegen Annahme von Aktien zum vollen Nennwert als Zahlung leistete. Am 14. November 1867 wurde der Betrieb auf der Strecke Bakov-Böhmisch-Leipa, am 16. Januar 1869 von dort bis Rumburg und auf den Abzweigungen Tannenberg-Bodenbach und Kreibitz-Neudörfel-Warnsdorf eröffnet. Nachdem die Gesellschaft am 7. Januar 1869 vom Handelsminister auch zur Inangriffnahme der Verbindungsbahn von Böhmisch-Leipa durch das Polzenthal nach Bensen aufgefordert worden war, wurden die Arbeiten so betrieben, daß diese Bahn bereits am 14. Juli 1872 in Betrieb gesetzt werden konnte. Die Gesellschaft hatte ferner am 9. September 1871 die Konzession für die Linie Rumburg-Schluckenau erhalten, und wurde durch die neue Vereinbarung auch die Konzessionsdauer für das gesamte Unternehmen der böhmischen Nordbahn auf 90 Jahre (vom Tag der am 8. Januar 1873 erfolgten Inbetriebsetzung der Strecke Rumburg-Schluckenau ab) festgesetzt. Endlich wurde am 1. November 1873 der Anschluß an die sächsische Staatsbahn in Rumburg hergestellt, sowie die Lokalbahn Schluckenau-Nixdorf am 14. Dezember 1884 eröffnet.

In Berücksichtigung der inzwischen seitens der Staatsverwaltung den Lokalbahnen in Aussicht gestellten Begünstigungen beschloß die Generalversammlung des Jahrs 1885, zunächst die Linie Böhmisch-Kamnitz-Steinschönau und Röhrsdorf-Zwickau i. B. ins Auge zu fassen. Nachdem durch die Urkunden vom 4. August, bezw. 26. Dezember 1885 die bezüglichen Konzessionen (und zwar mit derselben Dauer wie für die übrigen Strecken) erteilt und auch auf 30 Jahre Befreiung von der Erwerbs- und Einkommensteuer zugesichert worden war, wurde mit dem Bau begonnen und derselbe derart gefördert, daß die erstere Linie bereits am 10. Februar, die andere am 1. September 1886 in Betrieb genommen werden konnte.

Am 1. September 1882 schlossen die böhmische Nordbahn und die Turnau-Kralup-Prager Eisenbahn einen Vertrag, nach welchem die letztere mit 1. Januar 1883 an die böhmische Nordbahn überging und von dieser die Prioritätsschuld der Turnau-Kralup-Prager Eisenbahn übernommen, ferner für jede Aktie derselben (200 fl. Nom.) ein Barbetrag von 175 fl. (350 Mk.), sowie eine Aktie der böhmischen Nordbahn (150 fl. Nom.) gezahlt wurde. Zur Durchführung des Vertrags wurde eine Anleihe von 43,5 Mill. Mark aufgenommen.

Aus Anlaß der Verschmelzung der beiden Bahnen wurde auch das Einlösungsrecht des Staats dahin neu festgesetzt, daß dieser jederzeit mit der Einlösung vorgehen kann; für diesen Fall sind 5,2 % von dem nachgewiesenen Anlagekapital der Turnau-Kralup-Prager und $5^1/_{16}$ % von demjenigen der böhmischen Nordbahn als Minimalsatz verbürgt. Der durchschnittliche Reinertrag der letzten drei Jahre — abzüglich des ungünstigsten derselben —

wird den Aktionären als Rente gezahlt, oder, falls dieselbe bei solcher Ermittelung geringer sein sollte als der Ertrag des letzten Jahrs, dieser Betrag, mindestens jedoch 1 700 000 fl. Zu dem ermittelten Durchschnittsbetrag wird bei einer Einlösung in den Jahren 1890—91 ein Zuschlag von von 3 %, 1892—93 von 2 % und 1894—95 ein Zuschlag von 1 % hinzugerechnet.

Das Anlagekapital bestand Ende 1888 aus 12 999 900 fl. Aktien, 43 500 000 Mk. Goldprioritäten, 2 424 000 fl. Silberprioritäten; die Bruttoeinnahmen stellten sich 1888 auf 3 911 400 fl. (1887 3 762 379 fl.); die Betriebsausgaben auf 1 923 470 fl. (1887 1 845 199 fl.); Betriebsüberschuß 1 987 930 fl. (1887: 1 917 180 fl.); Betriebskoefficient 40 % (1887: 40,08 %); die Einnahmen aus dem Güterverkehr betrugen ungefähr 80 % der Gesamteinnahmen. Die größten Transportmengen lieferten Braunkohle, Schwarzkohle, Zucker, Rüben und Mühlenfabrikate. Der Fahrpark war 1888 zusammengesetzt aus 56 Lokomotiven, 46 Tendern, 128 Personen- und 1386 Güter- und anderen Wagen.

Der Verwaltungsrat der böhmischen Nordbahn ist Mitglied des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen. Rübenach.

Böhmische Nordwestbahn, s. Buschtěhrader Eisenbahn.

Böhmische Westbahn (k. k. priv. Böhmische Westbahn), Privatbahngesellschaft in Böhmen (Österreich-Ungarn), mit 200,742 km eigenen normalspurigen und eingleisigen Linien. Die böhmische Westbahn führt von Prag über Beraun, Zdic, Rokycan und Chrast — von wo eine 9,95 km lange Flügelbahn nach Radnic (Ober-Stupno) abzweigt — über Pilsen, Nürschan, Staab und Taus nach der bayrisch-österreichischen Grenze (184,07 km); ferner hat dieselbe die 6,71 km lange Strecke von der Grenze bis Furth i. W. (Bayern) von der bayrischen Staatsbahn gepachtet. Die ganze Strecke wird als Hauptbahn betrieben; der Grund und Boden ist, abgesehen von der Abzweigung nach Radnic, für Herstellung von zwei Gleisen erworben. Außer auf den eigenen Linien leitet die Gesellschaft noch den Betrieb auf folgenden Privatindustriebahnen in einer Ausdehnung von 20,459 km: 1. von Prag zur Spiritus- und Pottaschefabrik in Slichow (0,179 km); 2. von Radotin nach der dortigen Cement-, bezw. Zuckerfabrik (0,271, bezw. 0,353 km); 3. von Beraun nach der dortigen Zuckerfabrik, bezw. der Fabrik für Kalk- und Cementerzeugung (0,939, bezw. 0,366 km); 4. zur Hochofenanlage der böhmischen Montangesellschaft zwischen Wächterhaus Nr. 35 und 36 (4,138 km); 5. von Zdic nach der dortigen Zuckerfabrik (0,741 km); 6. zum Eisen- und Stahlwerk L. H. Lobel & Co. in Borek (0,961 km); 7. von Holoubkau zur dortigen Cellulosefabrik (0,426 km); 8. von Rokycan zur dortigen Coaksfabrik (0,475 km) und Hochofenanlage „Friedrichshütte" (0,429 km); 9. von Radnic zu den gräflich Sternberg'schen Kohlengruben in Ober-Stupno (0,171 km); 10. von Nürschan zu den Kohlengruben der St. Pankraz-Zeche (4,138 km), zum Humboldt-Schacht des westböhmischen Berg- und Hüttenvereins (1,600 km) und zum Ziegler-Schachte der Blattnitzer Steinkohlengewerkschaft (2,118 km); 11. von Staab zu den Gruben der Mantauer Kohlengewerkschaft (2,698 km) und 12. von Taus nach der dortigen Zucker-, bezw. Holzwarenfabrik (0,352, bezw. 0,104 km); die 7,463 km lange Strecke Rokycan-Miröschau der böhmischen Kommerzialbahnen (s. d.), welche bis 1. August 1888 von der böhmischen Westbahn betrieben wurde, ist seither von der Eigentumsverwaltung selbst in Betrieb genommen worden. Anschlüsse hat die böhmische Westbahn in Prag, Beraun, Zdic, Pilsen und Nürschan an die k. k. österreichischen Staatsbahnen, in Prag außerdem an die Buschtěhrader Eisenbahn; in Miröschau an die böhmischen Kommerzialbahnen und in Furth i. W. an die königl. bayrischen Staatsbahnen.

Durch Urkunde vom 8. September 1859 wurde den Gebrüdern Klein, sowie dem A. Lanna, H. D. Lindheim, Franz Richter und der Prager Eisenindustriegesellschaft das ausschließliche Recht zum Bau und Betrieb einer Lokomotiveisenbahn von Prag über Pilsen bis an die bayrische Grenze nebst Zweigbahn Holoubkau nach Radnic und Wegwanow auf 90 Jahre — vom Tag der Konzessionsurkunde ab gerechnet — erteilt, den Konzessionären auch das Vorrecht bezüglich einer von Pilsen nach Eger bis an die bayrische Grenze und von Pilsen nach Budweis zu bauenden Eisenbahn zugestanden. Auf dieses letztere Vorrecht verzichteten die Konzessionäre indessen später zu Gunsten der Kaiser Franz Joseph-Bahn. Nachdem bereits durch Staatsvertrag vom 20. September 1858 zwischen Österreich und Bayern der Anschlußpunkt der konzessionierten Bahnstrecken an die bayrischen Staatsbahnen geregelt war, schlossen die Konzessionäre mit den vorgenannten Gebrüdern Klein anfangs des Jahrs 1860 einen Vertrag, nach welchem die letzteren die gesamte Ausführung des Baues, sowie die Beschaffung des ganzen, zur vollständigen Inbetriebsetzung der Bahn erforderlichen Materials gegen Übergabe von 12 Millionen Gulden in Aktien und des gleichen Betrags in Prioritätsobligationen der zu bildenden Aktiengesellschaft übernahmen; dieser Vertrag wurde am 23. August vom Finanzministerium genehmigt. Zunächst wurde am 23. Oktober zwischen der Staatsverwaltung und den Konzessionären ein neues Übereinkommen getroffen, wonach die erstere auch bei dieser Sachlage 5 % Zinsen des Anlagekapitals und $^{2}/_{10}$ % behufs Tilgung desselben gewährleistete, jedoch mußte das Anlagekapital zunächst der k. k. priv. österreichischen Kreditanstalt für Handel und Gewerbe übergeben werden, die es nach und nach den Bauunternehmern ausfolgte.

Nachdem sich nunmehr gegen Ende des Jahrs 1860 die in Aussicht genommene Bildung einer Aktiengesellschaft vollzogen hatte, wurde am 15. Oktober 1861, zugleich mit der bayrischen Anschlußstrecke, die Linie Bayrische Grenze-Skurnian, und am 15. Juli 1862 die Strecke Skurnian-Prag eröffnet. Bereits im März 1862 hatte sich der nun fungierende Verwaltungsrat der böhmischen Westbahn an das Handelsministerium mit dem Ersuchen um Gewährung der Erlaubnis zum Bau einer Flügelbahn von Chrast nach Ober-Stupno an Stelle der durch die Konzession vorgeschriebenen Linie von Holoubkau nach Radnic und Wegwanow gewandt; diese Erlaubnis wurde auch durch Erlaß vom 18. Mai 1862 erteilt, und der Bau so beschleunigt, daß der Betrieb am 2. April 1863 eröffnet werden konnte.

Auf Grund des Gesetzes vom 20. Mai 1869 schloß die Staatsverwaltung am 24. Juni 1869 ein Übereinkommen mit der böhmischen Westbahn, nach welchem die erstere eine weitere Garantie von $5^2/_{10}\%$ für neuerdings auszugebende, in der Zeit vom 1. Juli 1870 bis dahin 1916 mittels besonderer Verlosungen zu tilgende 3 000 000 fl. Prioritätsobligationen übernahm. Als Gegenleistung mußte die Gesellschaft die Hälfte dieses Betrags zur gänzlichen Tilgung der bisher erhaltenen Staatsgarantievorschüsse (die indessen seit dem Jahr 1868 nicht mehr in Anspruch genommen wurden), und der von diesen aufgelaufenen 4% Zinsen an die Staatskasse abführen, während die andere Hälfte größtenteils zur Tilgung einer schwebenden Schuld an die Bauunternehmung zu verwenden war. Endlich wurden im Jahr 1873 fernere 1 500 000 fl. Prioritätsobligationen ausgegeben, für welche der Staat jedoch keine Garantie mehr übernahm.

Am 11. Dezember 1884 endlich schloß die Staatsverwaltung ein neues Übereinkommen mit der böhmischen Westbahn, durch welches diese die Erlaubnis erhielt, die bisher ausgegebenen, noch nicht ausgelosten 5% Prioritätsobligationen einzuziehen und dafür ein neues 4%iges, bis 1949 rückzahlbares, einheitliches Prioritätsanlehen von 14 303 000 fl. und ein solches von 999 900 fl. (Gold) aufzunehmen. Nach diesem Übereinkommen ist mit der Tilgung des Aktienkapitals bereits vom Jahr 1885 ab zu beginnen, während die Konzession dies erst von 1917 ab forderte; ferner wurde die Staatsgarantie dahin abgeändert, daß der Staat von 1885 bis 1948 gleichmäßig 1 248 000 fl., für das Jahr 1949 dagegen 840 738 fl. zur Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals gewährleistete. Das Gesetz vom 4. April 1885 brachte diesem Übereinkommen die Genehmigung.

Das Einlösungsrecht des Staats hinsichtlich der böhmischen Westbahn beginnt mit dem 30. Juni 1892; als Preis gilt der Durchschnittsertrag der der Einlösung vorausgegangenen sieben Jahre — abzüglich der beiden ungünstigsten derselben — jedoch wird von dieser Summe noch ein Pauschalbetrag von 50 000 fl. zu Gunsten des Staats dann in Abzug gebracht, wenn nicht die den Aktionären zu zahlende Jahresrente weniger als 1 248 000 fl. beträgt. Nach dem Erlöschen der Konzession tritt der Staat sofort in das lastenfreie Eigentum und den Genuß der Bahn einschließlich des unbeweglichen Zubehörs.

Das Anlagekapital besteht aus 12 Mill. Gulden in Aktien, 14 303 000 fl. in 4%igen Silberprioritäten und 999 900 fl. in 4%igen Goldprioritäten.

Der Fahrpark bestand 1888 aus 48 Lokomotiven, 43 Tendern, 86 Personen- und 1405 Güter- und anderen Wagen. Die Betriebseinnahmen stellten sich auf 3 578 343 fl. (1887: 3 519 991 fl.), die Betriebsausgaben auf 1 243 656 fl. (1887: 1 189 881 fl.); Betriebsüberschuß 2 334 687 fl. (1887: 2 330 110 fl.); Betriebskoefficient 34,75% (1887: 33,80%). Die Einnahmen aus dem Gütertransport betragen gegen 80% der Bruttoeinnahmen. Die größten Transportmengen lieferten Kohle, dann Holz, Erze, Zucker und Getreide.

Die böhmische Westbahn, welche nach außen vom Verwaltungsrat in Wien vertreten wird, deren Geschäftsführung aber der Centraldirektion in Wien und der Betriebsdirektion in Prag obliegt, gehört dem Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen an. Rübenach.

Böhmisch-Leipa-Niemes, s. Österreichische Lokaleisenbahngesellschaft.

Böhmisch-mährische Transversalbahn, s. Österreichische Staatsbahnen.

Böschungen (*Slopes*, pl.; *Talus*, m. pl.), die äußeren Begrenzungsflächen der Dämme und Einschnitte; dieselben sind, abgesehen von der Bodenfläche, welche in der Regel keine geometrische Form besitzt, d. h. keinem mathematischen Bildungsgesetz unterliegt, Ebenen von verschiedener Lage. Unter ihnen haben die seitlichen Böschungsebenen (Böschungen) eine besondere Bedeutung für die Standfestigkeit des Erdbauwerks. Die zulässige Neigung derselben gegen die Horizontalebene wird durch die Gewichts-, Reibungs- und Kohäsionsverhältnisse der betreffenden Erdart bedingt und hauptsächlich erfahrungsgemäß bestimmt; immerhin aber gewähren auch theoretische Untersuchungen über die Stabilität dieser Böschungen mancherlei Anhaltspunkte.

In Fig. 270, welche den Durchschnitt einer künstlich aufgeschütteten oder natürlich gelagerten Erdmasse darstellt, sei AB die Böschung und BC eine obere Begrenzungsebene, welche beide senkrecht zur Bildebene zu denken

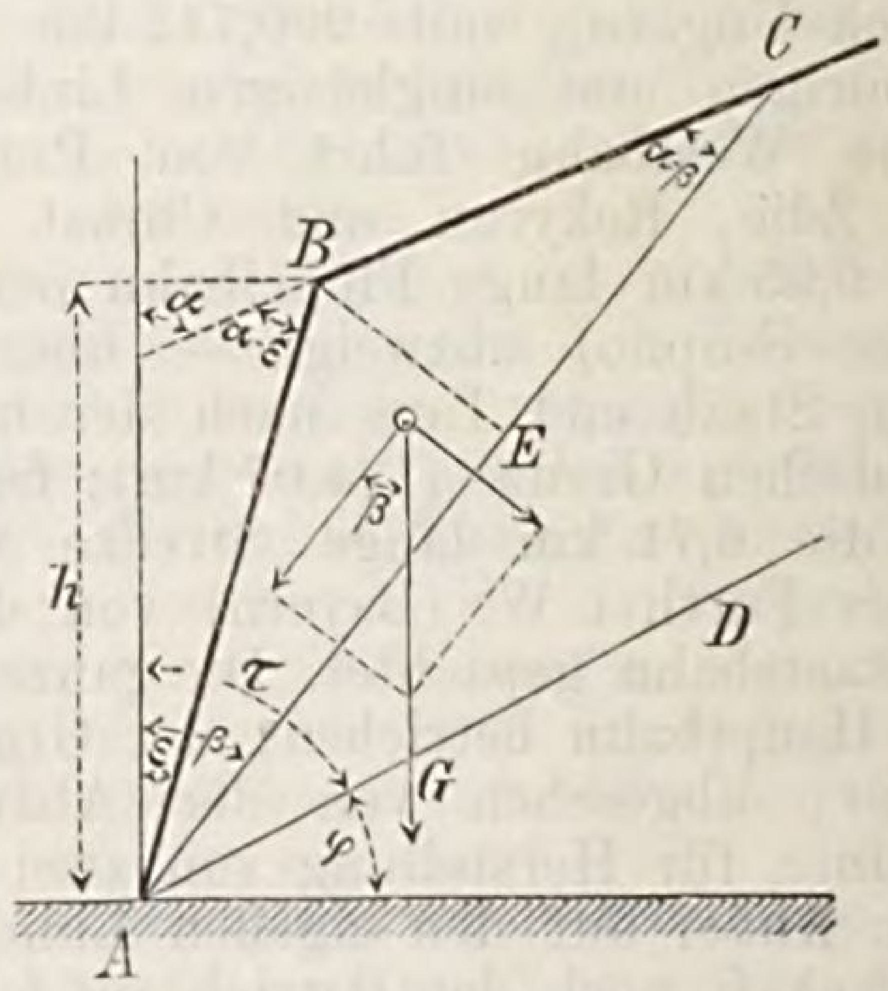


Fig. 270.

sind und mit der Lotrichtung, bezw. die Winkel ε und α einschließen. Nach rückwärts erstrecke sich die Anhäufung unbeschränkt weit und ihre Abmessung, senkrecht zur Bildebene genommen, werde der Einfachheit halber gleich eins angenommen.

Wäre der Böschungswinkel (ε) zu klein, die Böschung also zu steil oder, wie man sich auch zuweilen ausdrückt, die Böschungsanlage zu klein gewählt worden, so würde sich erfahrungsgemäß ein prismatischer Körper ABC unter Bildung eines von A aus gegen C hin verlaufenden Risses lostrennen und zum Absturz, bezw. Abrutschen gelangen. Der Riß, die Bruchfläche ist je nach der Beschaffenheit der Erde meist ein sehr unregelmäßiger, nähert sich jedoch bei nahezu homogenen Erdmassen einer Ebene und wird bei allen theoretischen Betrachtungen für technische Zwecke stets als solche angenommen, so daß ein allseitig ebenflächiges Bruchprisma, dessen Bruchebene $\overline{AC}$ mit dem Lot den Bruchwinkel β einschließt, in Betracht gezogen wird. (S. Erddruck.)

Die mathematische Entwicklung gestaltet sich unter dieser Voraussetzung sehr einfach. Das Gewicht G des Prismas ABC sucht in der Richtung CA eine Bewegung hervorzubringen, indem es mit einem Betrag

$$T = G \cos \beta$$

in Wirksamkeit tritt. Ihm widersetzt sich die Reibung $G \sin \beta \operatorname{cotg} \tau$ und die Kohäsion in der Fläche $\overline{AC}.1$ mit dem Betrag $\gamma.\overline{AC}$, also der Gesamtwiderstand

$$W = G \sin \beta \operatorname{cotg} \tau + \gamma.\overline{AC},$$

wobei nach den Ausführungen im Artikel Bodenarten φ den Reibungswinkel der Erde, τ seine Ergänzung zu 90^0 und γ die Kohäsionsgröße, auf die Flächeneinheit bezogen, darstellt. Ein Gleichgewichtszustand wäre eben noch vorhanden, wenn die Absturzwirkung durch Reibung und Kohäsion vollständig aufgehoben würde, wenn also stattfände

$$T - W = G \cos \beta - G \sin \beta \operatorname{cotg} \tau - \\ - \gamma.\overline{AC} = G \frac{\sin (\tau - \beta)}{\sin \tau} - \gamma.\overline{AC} = 0,$$

wobei das Gewicht G des Bruchprismas nach der Figur den Wert

$$G = \frac{\mathfrak{g}}{2} \frac{h}{\cos \varepsilon} . \overline{AC} \sin (\beta - \varepsilon) = \\ = \frac{\mathfrak{g}}{2} \frac{h^2}{\cos^2 \varepsilon} \sin (\alpha - \varepsilon) \frac{\sin (\beta - \varepsilon)}{\sin (\alpha - \beta)}$$

hat, unter $\mathfrak{g}$ das Gewicht der körperlichen Einheit Erde verstanden. Zur Bestimmung des hierin vorkommenden Bruchwinkels β kann man folgende Erwägung anstellen: Der Grund, warum eine Gleichgewichtsstörung nach der Ebene AC und nicht nach einer anderen, durch den Böschungsfuß A gehenden Ebene erfolgt, kann nur darin liegen, daß längs jeder der letzteren der vorhandene Gesamtwiderstand W der treibenden Kraft T überlegen ist, während längs der Bruchebene die Summe von Reibungs- und Kohäsionswiderstand am ehesten durch die Absturzwirkung vollständig aufgezehrt wird. Demnach erscheint als ein der Bruchebene eigentümliches und den Bruchwinkel β bestimmendes Merkmal der Umstand, daß für sie der Quotient $\frac{T}{W}$ zu einem Maximum wird, und es berechnet sich der Winkel β aus der Gleichung

$$\frac{d\left(\frac{T}{W}\right)}{d\beta} = \frac{W \frac{dT}{d\beta} - T \frac{dW}{d\beta}}{W^2} = 0$$

oder, weil bei dem hier vorausgesetzten Gleichgewichtszustand $T = W$ stattfindet, aus

$$dT - dW = 0$$

oder

$$\frac{dT}{dW} = 1.$$

Für die oben angegebenen Werte von T und W, sowie mit Rücksicht darauf, daß der Faktor $\overline{AC}$ allen auftretenden Gliedern gemeinschaftlich ist und das von der Kohäsion abhängige Glied beim Differenzieren verschwindet, erhält man aus $\frac{dT}{dW} = 1$

$$\frac{\cos (\beta - \varepsilon) \cos \beta - \sin (\beta - \varepsilon) \sin \beta}{\cos (\beta - \varepsilon) \sin \beta + \sin (\beta - \varepsilon) \cos \beta} . \operatorname{tg} \tau = \\ = 1 = \operatorname{cotg} (2\beta - \varepsilon) . \operatorname{tg} \tau$$

oder

$$\beta = \frac{\tau + \varepsilon}{2}$$

und somit den Satz: Die Bruchebene $\overline{AC}$ halbiert den Winkel, welchen die Vorderböschung $(\overline{AB})$ und die natürliche Böschung $(\overline{AD})$ der Erde miteinander bilden.

Zu demselben Ergebnis wäre man gelangt, wenn man nach Coulomb angenommen hätte, bei eintretender Gleichgewichtsstörung löse sich jenes Prisma, welches in der Richtung seiner Trennungsfläche einen besonders großen, nach den Regeln der Differentialrechnung, und zwar aus der Gleichung

$$S = G \cos \beta - G \sin \beta \operatorname{cotg} \tau - \gamma.\overline{AC}$$

zu bestimmenden Druck ausübt, oder wenn man nach Rebhann sich vorstellte, der Bruch müsse nach jener Ebene erfolgen, längs welcher der ganze Betrag der vorhandenen Reibung und Kohäsion durch die Schwere aufgehoben wird, oder auch, wenn man voraussetzt, der Bruchwinkel werde durch jene Ebene bestimmt, längs welcher die Beanspruchung auf Kohäsion ein Maximum ist (v. Kaven, Anwendungen der Theorie der Böschungen, Leipzig 1885).

Durch Einsetzen des Werts von β samt dem oben angegebenen Ausdruck für das Prismengewicht G und dem aus der Figur leicht zu entnehmenden Wert

$$\overline{AC} = \frac{h}{\cos \varepsilon} . \frac{\sin (\alpha - \varepsilon)}{\sin (\alpha - \beta)}$$

in die erste Grundgleichung $T - W = 0$ erhält man zunächst

$$\frac{\mathfrak{g}}{2} . \frac{h}{\cos \varepsilon} . \overline{AC} \sin (\beta - \varepsilon) \frac{\sin (\tau - \beta)}{\sin \tau} - \\ - \gamma.\overline{AC} = 0,$$

und schließlich als allgemeine Bedingung des Gleichgewichts der Erdmasse

$$\frac{1}{2} \mathfrak{g} h \frac{\sin^2 \frac{\tau - \varepsilon}{2}}{\sin \tau \cos \varepsilon} - \gamma = 0,$$

welche nun benutzt werden kann, den zulässigen Böschungswinkel einer bestimmten Erdart bei gegebener Höhe der Böschung, oder umgekehrt die zu einem angenommenen Winkel gehörige Schüttungs- oder Abstichshöhe zu berechnen.

Im ersten Fall ergiebt sich durch Auflösung dieser Gleichung nach ε der Wert

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \operatorname{tg} \tau + 2 \operatorname{tg}^2 \tau \, [\omega - \\ - \sqrt{\omega (\omega + \operatorname{cotg} \tau) (1 + \operatorname{cotg}^2 \tau)}$$

worin $\omega = \frac{2\gamma}{\mathfrak{g} h}$ zu setzen ist, und im zweiten Fall die dem Winkel ε zugehörige Höhe h_ε zu

$$h_\varepsilon = \frac{2\gamma}{\mathfrak{g}} . \frac{\sin \tau \cos \varepsilon}{\sin^2 \frac{\tau - \varepsilon}{2}},$$

welche für $\varepsilon = 0$, also für lotrechten Abstich den besonderen Wert

$$h_0 = \frac{4\gamma}{\mathfrak{g}} . \operatorname{cotg} \frac{\tau}{2}$$

annimmt. Diese Höhen h_ε und h_0, welche unabhängig von der Neigung (α) der oberen Begrenzungsebene sind, werden, weil sie hauptsächlich von den Kohäsionsverhältnissen der Erden abhängig sind, Kohäsionshöhen genannt. Die letztere (h_0) wird häufig an Stelle des Koefficienten γ zur Angabe des Kohäsionswerts benutzt.

Wäre auf der oberen Begrenzungsebene BC vom Rand B an eine gleichmäßig verteilte Last (für die Flächeneinheit dieser schiefen Ebene gleich π) aufgebracht, so käme man durch eine, mit der vorstehenden übereinstimmende Entwicklung wieder auf den Wert

$$\beta = \frac{\tau + \varepsilon}{2}$$

für den Bruchwinkel, wonach das Aufbringen der Belastung ohne Einfluß auf die Lage der Bruchebene bleibt, und gelangte überhaupt zu der Überzeugung, daß die Ausführung einer Belastung in der angegebenen Weise gleichbedeutend sei mit der Vergrößerung des ursprünglichen Erdgewichts $\mathfrak{g}$ in den Wert

$$\mathfrak{g}' = \mathfrak{g}\left(1 + \frac{2\pi}{\mathfrak{g}h} \cdot \frac{\cos \varepsilon}{\sin (\alpha - \varepsilon)}\right),$$

was dann wieder eine Verkleinerung der Kohäsionshöhe h_ε auf den Betrag

$$h_\varepsilon' = h_\varepsilon - \frac{2\pi}{\mathfrak{g}} \cdot \frac{\cos \varepsilon}{\sin (\alpha - \varepsilon)}$$

zur Folge hätte.

Würde die vorstehend besprochene Belastung dadurch hervorgerufen, daß das z. B. in einer Baugrube gewonnene Abtragsmaterial außerhalb derselben vom oberen Böschungsrande aus etwa auf eine Höhe h_1 abgelagert würde, so müßte diese Ablagerung wegen der durch das Abgraben verminderten Kohäsion eine flachere Böschung (BE in Fig 271) erhalten, als die

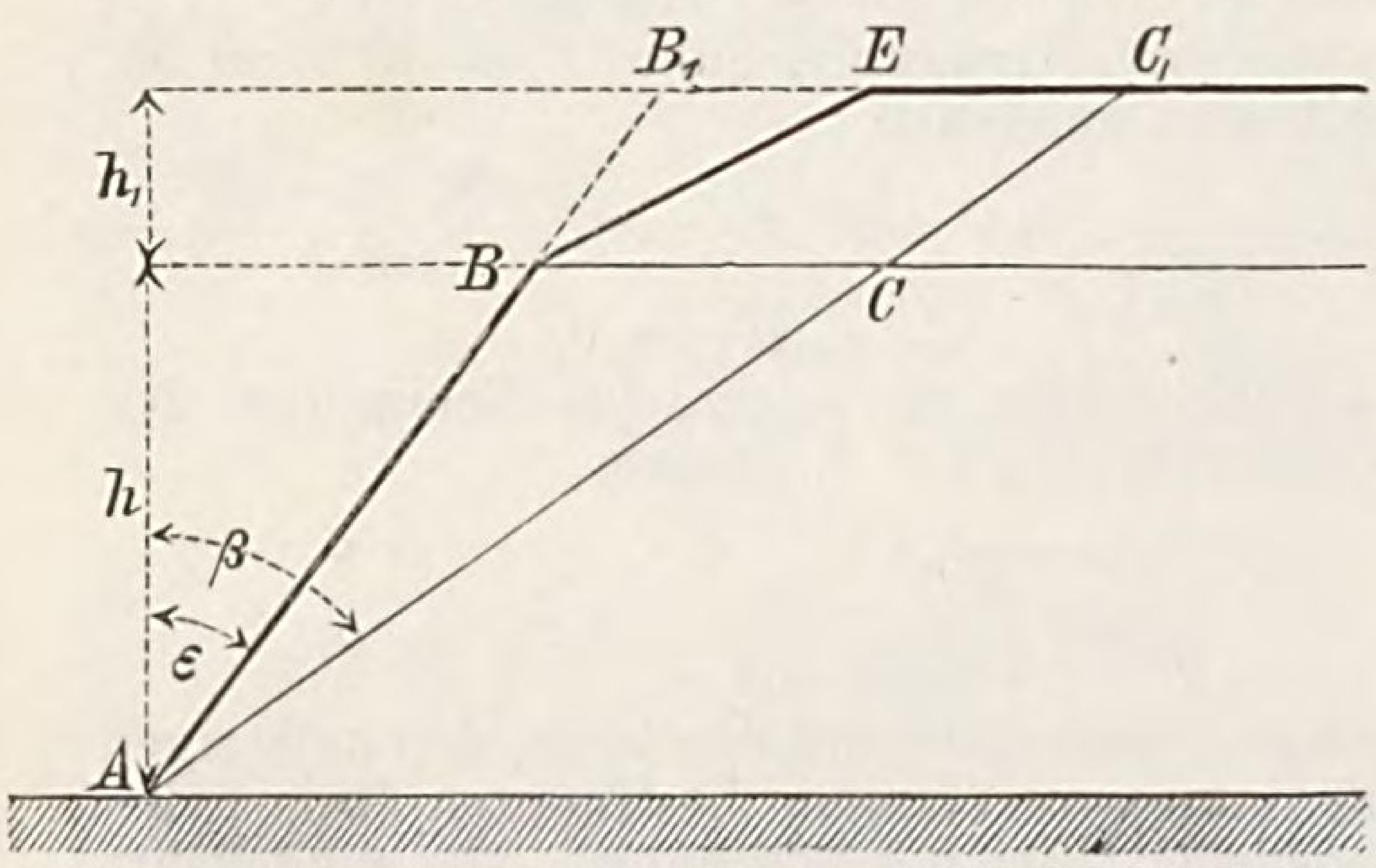


Fig. 271.

natürlich gelagerten Massen hinter der Einschnittsböschung AB. Zur Erzielung einer möglichst einfachen Untersuchung könnte man jedoch die Böschung AB bis B_1 verlängert denken und die Rechnung so durchführen, als ob man es von vornherein mit einer gleichartigen Erdmasse von der Höhe $h + h_1$ zu thun gehabt hätte. Es gelten dann alle mit Zugrundlegung der Fig. 270 gewonnenen Beziehungen auch jetzt, nur daß der größere Wert $(h + h_1)$ an Stelle des damaligen h zu setzen ist. Wollte man den ohne Rücksicht auf äußere Belastung festgesetzten Böschungswinkel (ε) der Baugrube beibehalten, so dürfte die Ablagerung erst hinter der Strecke BC beginnen, damit eine Belastung des Bruchprismas ABC nicht zu stande käme.

Bei Anwendung der entwickelten Gleichungen in einem bestimmten Fall sind die stärksten je zu erwartenden Angriffe durch Einführung des denkbar größten Gewichts der in Frage stehenden Erdart in Betracht zu ziehen, zugleich für Reibung und Kohäsion die voraussichtlich auftretenden kleinsten Werte festzuhalten; außerdem ist noch ein sogenannter Sicherheitskoefficient einzuführen mit Rücksicht darauf, daß die Theorie nicht auf vollkommen zutreffenden und den wirklichen Zustand erschöpfenden Voraussetzungen aufgebaut werden kann, insofern nämlich die vorausgesetzte Gleichartigkeit der Massen in Wirklichkeit fast niemals vorhanden ist und mancherlei thatsächlich zur Wirkung gelangende Umstände überhaupt nicht in die Rechnung eingeführt werden können. Zur Bestimmung des jeweiligen Sicherheitsgrads können die folgenden, erfahrungsgemäß zulässigen Werte der Böschungsverhältnisse dienen.

Einschnittsböschungen.

Für Dammerde und Sand ist $tg\ \varepsilon = 1{,}5$ (anderthalbmalige Böschung) zulässig, für lehmige Erden und festen Kies $tg\ \varepsilon = 1{,}25$ bis $1{,}00$ (fünfviertel- bis einmalige Böschung), jedoch nur unter der Voraussetzung, daß dieselben trocken gelagert, sowie mit einer Schutzdecke versehen sind und die Einschnittstiefe nicht mehr als ungefähr 5 m beträgt.

Wären die Bodenschichten wasserhaltig, so müßte man flachere Böschungen annehmen, doch lassen sich hierüber im allgemeinen keine bestimmten Regeln aufstellen; dasselbe müßte geschehen, wenn die Tiefe der Einschnitte das oben angegebene Maß überschreiten sollte. Statt dessen kann man im letzten Fall auch sogenannte Bermen (Bankette) zur Ausführung bringen, d. h. die Böschungsflächen nach Fig. 272

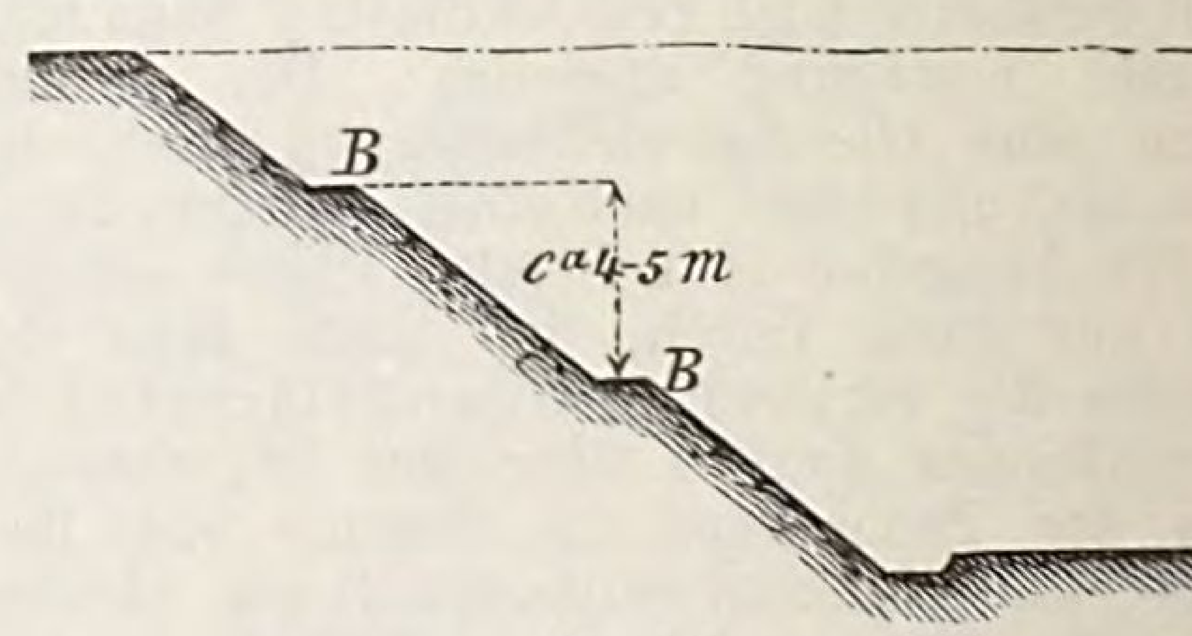


Fig. 272.

durch kleine, im Querschnitt wagrechte oder nach innen geneigte Absätze von 0,5 bis mehrere Meter Breite in Abständen von 4 bis 5 m unterbrechen, in der Absicht, hierdurch Stützpunkte für die Schutzdecke der Böschung zu gewinnen, das Aufreißen derselben durch abfließendes Regenwasser zu verhüten, abbröckelnde Erdteilchen von den Einschnittsgräben zurückzuhalten und endlich Gehwege für die Bewirtschaftung der ausgedehnten Böschungsflächen herzustellen. Jedoch verlangt die Anwendung von Bermen auch eine sorgfältige Entwässerung derselben, weil sonst leicht Gleichgewichtsstörungen infolge von Durchweichung eintreten können.

Viel steilere Böschungen sind in den gebundenen Bodenarten zulässig; in Felseinschnitten kann unter sehr günstigen Verhältnissen, wenn das Material vollkommen wetterbeständig und passend geschichtet ist, sogar bis zu der äußersten Grenze $tg\ \varepsilon = 0$ gegangen werden. Ziemlich kleine Böschungswinkel sind auch bei weniger beständigem Material noch zulässig, wenn es möglich ist, die Verwitterung durch Ausführung sogenannter Verkleidungsmauern hintanzuhalten. v. Kaven giebt für solche, einem Erddruck nicht ausgesetzte Wände bei $tg\ \varepsilon = {}^1/_6$ (Fig. 273) folgende Abmessungen:

Bis $h = 2$ m von unten bis oben eine gleiche Stärke von 0,40 m, von $h = 2$ bis $h = 6$ m von unten bis oben eine gleiche Stärke von 0,60 m, bei noch größeren Höhen, obere Stärke 0,7 m,

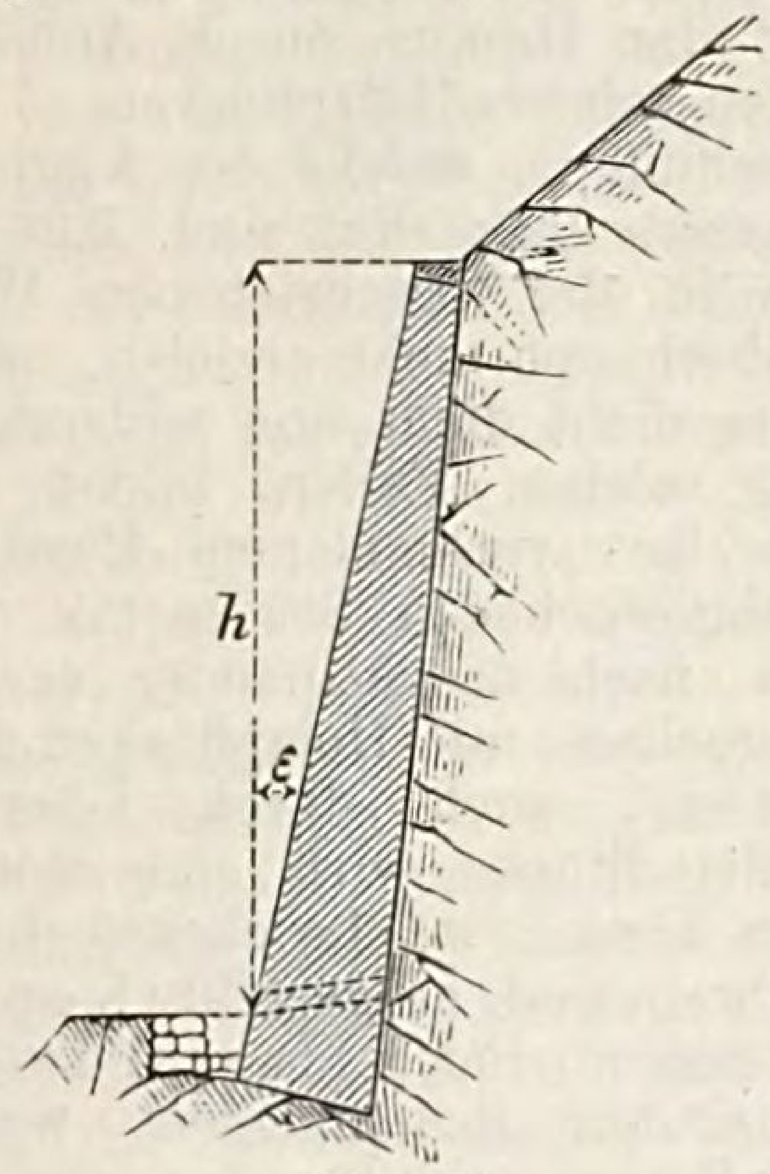


Fig. 273.

untere Stärke 0,7 m $+ \frac{1}{10} h$. (Vorträge über Eisenbahnbau am Polytechnikum zu Aachen, II. Stützmauern und Steinbekleidungen, Aachen 1875.)

für Dammerde und Sand $tg\ \varepsilon = 2{,}0$ (zweimalig) für zulässige lehmige Erden und Kies, Gerölle und Steinbrocken $tg\ \varepsilon = 1{,}5$ (anderthalbmalig) festgehalten, solange die Dammhöhe das Maß von beiläufig 5 m nicht überschreitet. Bei größeren Höhen empfiehlt es sich zuweilen, eine Verflachung eintreten zu lassen; Bermen (Bankette), wie sie bei Einschnitten üblich sind, kommen bei Dämmen selten zur Ausführung, weil es in Aufschüttungen kaum möglich ist, die erforderliche Entwässerung derselben durchzuführen.

Eine größere Steilheit, nämlich $tg\ \varepsilon = 1$, läßt sich bei Dämmen aus Steinbrocken erzielen, wenn man sogenannte Steinsätze oder Packungen zur Ausführung bringt, d. h. die rauhen Stücke, wie sie aus den Einschnitten kommen, zu prismatischen Körpern zu beiden Seiten des Damms lagerhaft zusammenschichtet und ihre Zwischenräume mit feinem Abtragsmaterial ausfüllt. Bei kleinen Abmessungen dieser Körper nimmt man ihre Lagerfugen durchaus wagrecht an, im anderen Fall zieht man gewöhnlich vor, dieselbe im vorderen Teil ungefähr senkrecht zur Vorderböschung zu nehmen und sie nach hinten zu allmählich in die Wagrechte übergehen zu lassen. Die Begrenzung der Packungen nach innen kann steil sein, der Raum zwischen ihnen wird durch in ge-

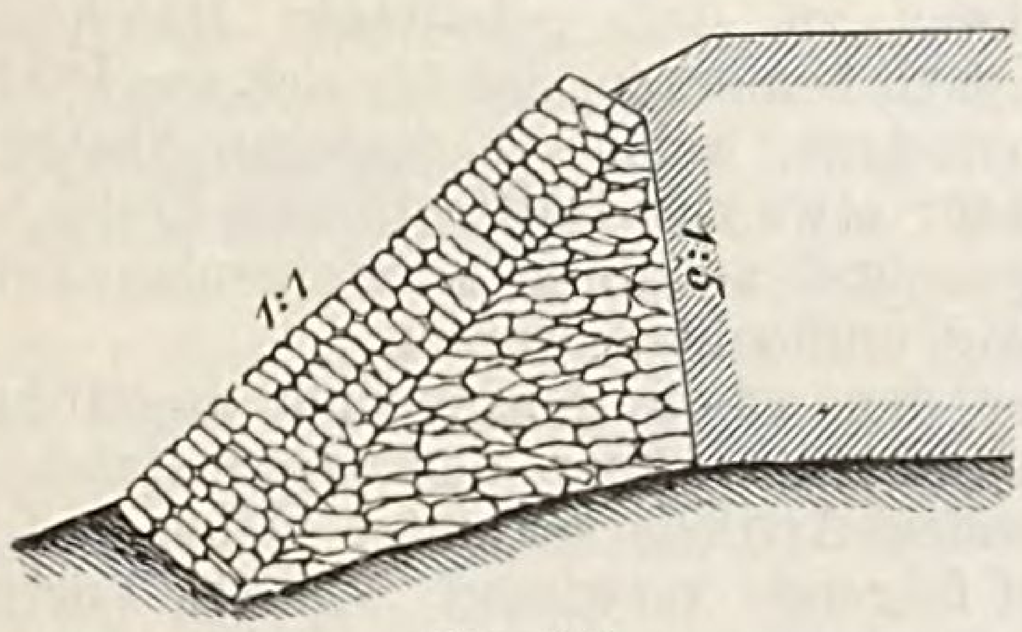


Fig. 274.

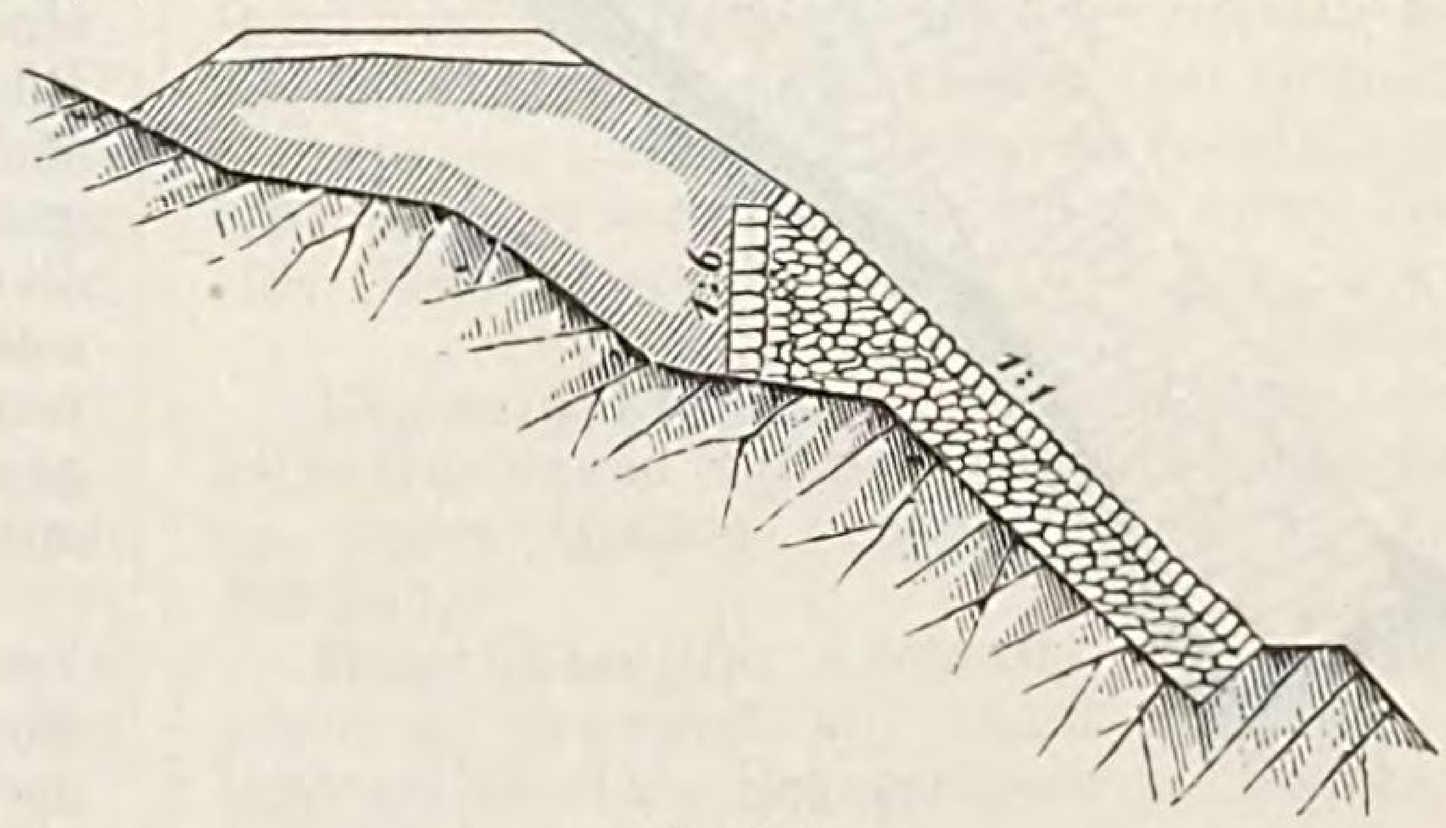


Fig. 275.

Bei stark verwitterbaren Felsschichten wählt man öfters von vornherein jenes Böschungsverhältnis, welches dem Ergebnis der Verwitterung entspricht; wäre aber auch in diesem Fall eine möglichst steile Böschung erwünscht, oder sollte eine solche in ungebundenen Bodenarten aus irgend welchen Gründen zur Ausführung kommen, so müßte man zur Herstellung von Wand- und Futtermauern übergehen, welche im stande sind, dem Erddruck hinreichenden Widerstand entgegenzusetzen.

Kommen zwischen den Bänken gesunder Felsen lose oder durch Wasser erweichbare Schichten vor, so kann es sich empfehlen, die für die Hauptmasse zulässige steile Böschung zur Ausführung zu bringen und die gefährlichen Schichten vorne durch Mauerwerk zu ersetzen, wodurch das Herauspressen und Verwittern derselben verhütet und zugleich eine Stützung der festen Bänke erzielt wird. Selbstverständlich ist hierbei für eine geregelte Ableitung des hinter solchen Einbauten sich sammelnden Wassers, namentlich wenn durch dasselbe Erweichungen bewirkt werden könnten, zu sorgen.

Dammböschungen.

Die Dammböschungen werden im allgemeinen etwas flacher gehalten als die Einschnittsböschungen, weil bei ihnen auf Kohäsion weniger gerechnet werden kann als bei jenen. So wird

wöhnlicher Weise geschüttetes Material ausgefüllt. In den Figuren 274 und 275 ist das eben Gesagte zur Anschauung gebracht. Bei leicht verwitterbaren Steinen können die Packungen noch eine pflasterartige Schutzdecke aus besserem Material erhalten, welche erst nach vollständiger Setzung des Prismas aufgebracht würde. Bemerkenswert sind die Packungsanlagen, wie sie in großer Ausdehnung bei den Alpenbahnen zur Ausführung gekommen sind, worüber die betreffenden Veröffentlichungen, so beispielsweise die „Rapports du Conseil Fédéral Suisse aux Gouvernements des états qui ont participé à la subvention de la ligne du St. Gotthard“, Zürich, näheren Aufschluß geben.

Sollen die Böschungen bei Dämmen noch steiler gehalten werden, so muß man diese seitlich durch Mauern begrenzen, in erster Linie durch Trockenmauern, wobei die mit dem Hammer nur wenig zugerichteten Steine regelrecht in Verband gelegt und ihre Zwischenräume mit Steinbrocken verzwickt und mit feinem Abtragsmaterial gefüllt werden; zweckmäßig ist auch das Einbetten der Steine in Moos, nicht zu empfehlen dagegen die Anwendung von Lehm zu demselben Zweck, weil die Mauer hierdurch ihre Wasserdurchlässigkeit verliert. Bei passendem Steinmaterial, d. h. gut lagerhaften, hinreichend großen und dauerhaften Stücken kann

man bei nicht zu bedeutenden Höhen $tg\ \varepsilon = 0{,}5$ annehmen. Dasselbe Böschungsverhältnis wird dann gewöhnlich auch für die Rückfläche der Mauer beibehalten, soweit sich dieselbe an gewachsenen Boden lehnt, sonst erhält sie meist eine steilere Anlage. Die Stärke der Trockenmauern wird im allgemeinen etwas größer wie für gemörtelte Mauern unter sonst gleichen Verhältnissen angenommen. Ihre Lagerfugen stehen in den meisten Fällen senkrecht zur Vorderböschung und werden nur bei größeren Stärken nach rückwärts verflacht. Gerne läßt man sämtliche Lagerfugen durch den ganzen Mauerkörper hindurchgreifen; bei weniger lagerfesten Steinen führt man möglichst oft eine durchlaufende Abgleichung aus. Schöne Ausführungen von Trockenmauern in Verbindung mit Steinpackungen zeigen unter anderen wieder die Alpenbahnen (Fig. 276), namentlich die Arlberg- und Brennerbahn, auf welche hier insbesondere hingewiesen werden soll.

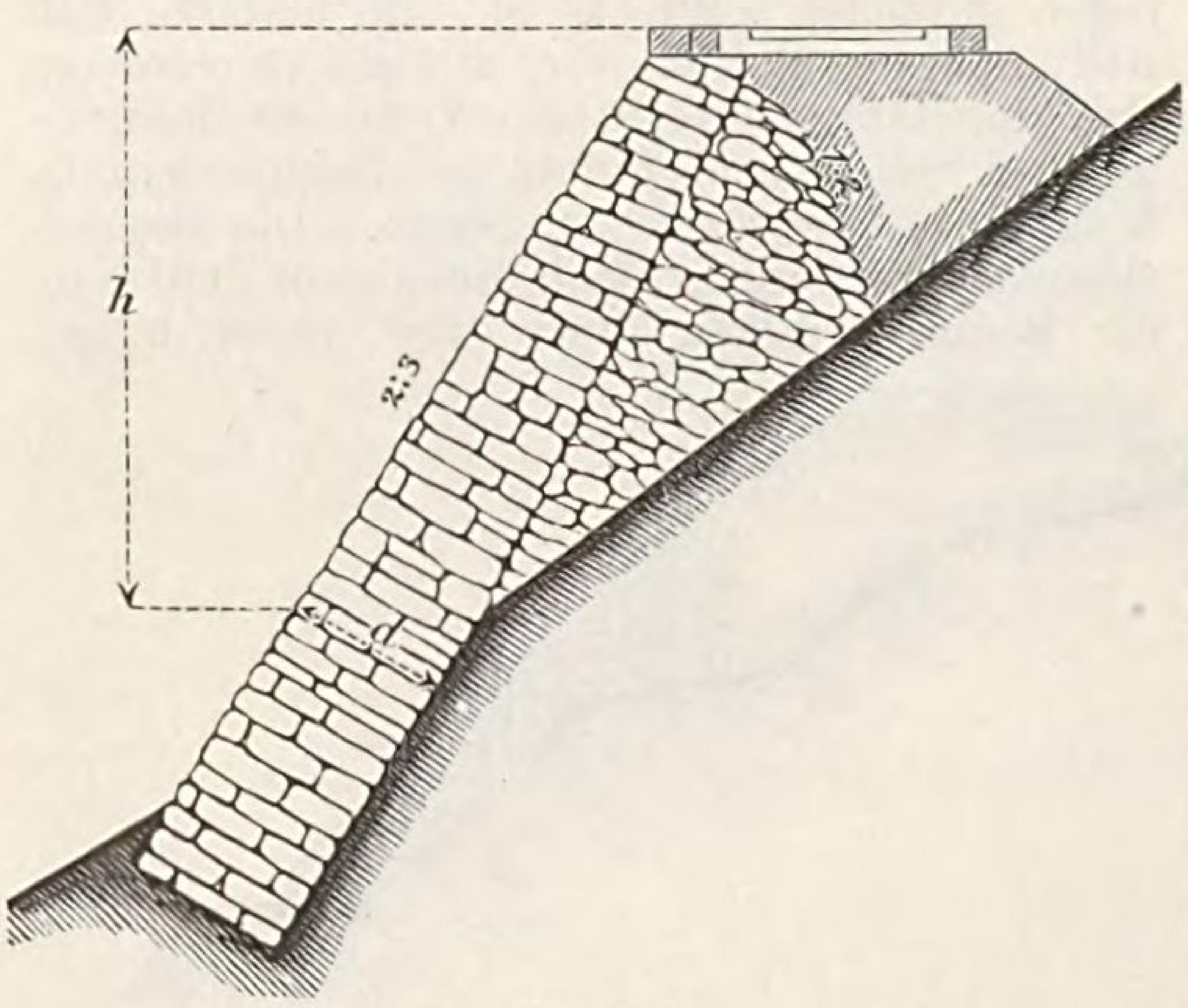


Fig. 276.

An Stelle der Trockenmauern endlich treten die in Mörtel aufgeführten **Stützmauern** mit beliebig kleinem Böschungsverhältnis, sobald die oben angegebene Grenze für nicht gemörtelte Mauern ($tg\ \varepsilon = 0{,}5$) aus irgend welchen Gründen noch überschritten werden muß, oder wenn die verfügbaren Bruchsteine klein und wenig lagerhaft und die Dammhöhen bedeutend sind, so daß neben stärkerem Druck der Hinterfüllungsmasse auch allzu starke Druckkonzentrationen zwischen trocken versetzten Steinen befürchtet werden müßten.

Sehr wichtig ist es, die Böschungen bald nach ihrer Ausführung mit einer **Schutzdecke** zu versehen, welche die Aufgabe hat, die Einwirkung der atmosphärischen Luft, des Wassers und Frostes abzuschwächen, Gleichgewichtsstörungen weniger leicht eintreten zu lassen und unter Umständen daneben eine Nutznießung zu gewähren. Man gewinnt eine solche Decke, indem man die im Rauhen hergestellte Böschung mit einer Schichte guter Erde überzieht und diese besäet oder bepflanzt (in selteneren Fällen wird das Füllmaterial selbst fruchtbar genug sein, um den Humus entbehrlich erscheinen zu lassen), oder indem man Rasenstücke mit und ohne Humusschichte in verschiedener Art auflegt, endlich auch, indem man Pflasterungen und Flechtzaunanlagen zur Ausführung bringt.

Obgleich die aufgebrachte Humusschichte auf nicht zu steilen Böschungen (1,5—1,25malig) ziemlich gut hält, so bildet man dennoch letztere zur Erzielung größerer Sicherheit öfters flach treppenförmig, oder schafft besondere Stützpunkte für den Humus durch Annageln von Rasenstreifen mittels Holzpflöcken.

Bei Böschungen, welche den Angriffen fließenden Wassers ausgesetzt sind, läßt sich eine Rasennarbe in der beschriebenen Weise gewöhnlich überhaupt nicht erzielen, oder die so erzielte wäre nicht dicht und widerstandsfähig genug. In solchen Fällen bildet man die Schutzdecke aus vorhandenem Rasen, indem man die abgestochenen Stücke mit wechselnden Fugen flach nebeneinander verlegt und einzelne derselben mit Holzpflöcken festnagelt (**Flachrasen**); auch durch Übereinanderschichten der Stücke wird eine sehr widerstandsfähige Decke, welche ebenso dick ist als die Stücke breit sind, hergestellt (**Kopfrasen**). Noch wirksamer sind **Pflasterdecken** aus rauh bearbeiteten Bruchsteinen, welche mit passendem Fugenwechsel auf einer, mehrere Centimeter dicken Sand- oder Kiesschichte versetzt werden. Um das Eindringen von Wasser zu verhüten, werden die Steine zuweilen auf Lehm versetzt und ihre Fugen mit Moos gedichtet; in allen Fällen ist auf die Herstellung eines sicheren Fundaments längs des Fußes des Pflasters zu sehen. Über die **Flechtzäune** endlich, welche besonders häufig zur Befestigung etwas zu steil gehaltener Böschungen dienen, ist zu bemerken, daß sie sich aus Pfählen zusammensetzen, welche in mäßigen Abständen voneinander etwa zur Hälfte in den Boden eingeschlagen und an ihren vorstehenden Teilen mit Reisig umflochten werden.

Außer den schon gelegentlich angeführten Veröffentlichungen über den Gegenstand des vorstehenden Artikels sei unter vielen anderen noch auf folgende verwiesen: v. Ott, Vorträge über Baumechanik, 1. Teil, die Statik des Erdbaues etc., Prag 1870; v. Bauernfeind, Grundriß der Vorlesungen über Erd- und Straßenbau, München 1875; Winkler, Vorträge über Eisenbahnbau, 5. Heft, Eisenbahnunterbau, 3. Auflage, Prag 1877; v. Kaven, Anwendungen der Theorie der Böschungen, Leipzig 1885.

Loewe.

Böschungsflügel, ein in Verbindung mit einem Brücken- oder Durchlaßwiderlager stehender Mauerkörper, welcher zum Abschluß des dahinterliegenden Erdbaues dient (s. Pfeiler und Widerlager).

Böschungsfuß (*Foot of a slope; Pied*, m., *de talus*), die untere Begrenzungslinie einer Böschungsfläche, bei einer Dammböschung also der Schnitt derselben mit der Bodenfläche; bei einer Einschnittsböschung deren Schnittlinie mit der Grabensohle oder einer neben dem Graben angebrachten Berme (s. Böschungen).

Böschungswinkel (*Gradient of a slope; Inclination*, f., *de talus*), der Winkel, welchen eine Böschungsebene mit der Horizontalebene oder dem Lot einschließt (s. Böschungen).

Bösliche Handlungsweise. Dieser Ausdruck kommt nur in den Artikeln 396 und 487 des deutschen Handelsgesetzbuchs, sowie an einigen Stellen des Betriebsreglements vor (also nur beim Frachtgeschäft). Aus den dem Handelsgesetzbuch zu Grunde liegenden Beratungsprotokollen der Nürnberger Konferenz (S. 4780,

5112—5115, 5123) ist zu entnehmen, daß der Ausdruck B. nicht bloß die absichtliche Schädigung (*dolus*), sondern auch den höchsten Grad der Nachlässigkeit umfassen soll, daß also unter B. das zu verstehen ist, was nach gemeinrechtlicher Auffassung dolus und culpa dolo proxima bedeutet. Dieser Interpretation entspricht auch im allgemeinen die Spruchpraxis der deutschen und österreichischen Gerichte.

Wo B. der Eisenbahn oder ihrer Leute als vorhanden angenommen wird, finden die sonst den Eisenbahnen zugestandenen Beschränkungen der Haftpflicht auf bestimmte Maximalsätze keine Anwendung und haftet die Bahnanstalt für den vollen Schaden einschließlich des lucrum cessans (s. Haftpflicht).

Bötzbergbahn (Schweiz), gemeinschaftliches Unternehmen der Schweizer Nordostbahn und der Centralbahn, dessen Betrieb durch die Nordostbahn mit eigenem Material besorgt wird. Sie zweigt in der Station Pratteln von der Linie Basel-Olten (Centralbahn) ab und schließt in Brugg an die Nordostbahnlinie Aarau-Brugg-Zürich an. Die Bahn wurde vom Baurat Beckh projektiert und der Bau von der Nordostbahn in den Jahren 1871 bis 1875 ausgeführt. Die Baulänge beträgt 48,086 km, die Betriebslänge, da die Züge bis Basel verkehren, 57,222 km. Der Betrieb wurde am 2. August 1875 eröffnet. Das Anlagekapital belief sich ursprünglich auf 24 386 282 Frs., bezw. auf 507 139 Frs. pro Kilometer ohne Anschaffungskosten des Rollmaterials. Nach Bereinigung des Bauconto auf Grund des schweizerischen Eisenbahnrechnungsgesetzes betragen die Herstellungskosten mit Schluß des Jahrs 1887 23 312 004 Frs., bezw. 484 798 Frs. pro Kilometer; hiervon entfallen auf die Bahnanlagen und festen Einrichtungen 79 628 Frs., bezw. 1656 Frs. pro Kilometer, für Beschaffung von Mobiliar und Gerätschaften 23 391 632 Frs. oder 486 454 Frs. pro Kilometer.

Der Bötzbergtunnel mit einer Länge von 2526,3 m in 8 Promille Gefälle in südlicher Richtung, das bedeutendste Bauobjekt der Linie, wurde am 24. Mai 1871 unter Kauffmanns Leitung begonnen; der Stollendurchschlag erfolgte am 18. Juli 1874, die Mauerung wurde am 31. Mai 1875 geschlossen. Der Bau geschah von drei Angriffspunkten aus, indem außer von den beiden Mundlöchern, auch noch von einem Schacht aus gearbeitet wurde, wodurch man rund ein Jahr an Bauzeit gewann. Das durchbrochene Gestein gehört zumeist dem braunen und weißen Jura an.

Die Aarbrücke bei Brugg, mit Steinpfeilern und eisernem Oberbau nach System Pauli und obenliegender Fahrbahn, hat fünf Öffnungen, liegt in einem Bogen von 480 m Radius, in 12 Promille Steigung und mißt von Widerlager zu Widerlager 235,8 m.

Der Oberbau bestand ursprünglich ganz aus Eisenschienen von 130 mm Höhe, 6 m normaler Länge und 35,75 km Gewicht pro Laufmeter. Sie ruhen mit schwebendem Stoß auf sieben mit Zinkchlorid imprägnierten Schwellen, und zwar auf drei Hartholz und vier Weichholzschwellen. Seit 1880 fand ein Umbau mit Stahlschienen von 37,2 km Gewicht statt, so daß Ende 1887 von den 58,5 km Gleis 37 km aus Stahlschienen bestanden. Die größte Neigung der Bahn ist 12 Promille, der kleinste Kurvenradius beträgt 345 m. Die Bötzbergbahn gehört zu den verkehrsreichsten Bahnen der Schweiz, und wurde im Jahr 1887 die größte kilometrische Bruttoeinnahme mit 41 459 Frs. erreicht. Die Betriebskosten betrugen 26 739 Frs. pro Kilometer oder 64,5% der Einnahmen und ergaben ein Reinerträgnis von 3,647% des verwendeten Kapitals. Die Erstellung der Bötzbergbahn war Gegenstand der frühesten Eisenbahnbestrebungen der Schweiz. Diese blieben jedoch vorerst erfolglos. Statt der Bötzbergbahn kam ihre Konkurrentin Basel-Olten-Brugg (70,8 km) zu stande. Erst im Jahr 1869 gelang es einem Komitee, an dessen Spitze Nationalrat Münch in Rheinsolden stand, eine erhebliche Gemeindebeteiligung an der Beschaffung des vom Komitee damals zu zwölf Millionen Franks veranschlagten Baukapitals zu erwirken. Infolgedessen übernahmen die beiden Nachbarbahnen durch Vertrag vom 14. Februar 1870 den Bau der Bahn. Die Gemeinden lieferten denselben ein Darlehen von zwei Millionen Franks zu $3^1/_4$% Zins auf zehn Jahre. Die beiden Gesellschaften bestritten die Kosten des Baues zu gleichen Teilen und participieren ebenfalls zur Hälfte am Nettoergebnis des Betriebs. Die oberste Leitung ist einem Komitee übertragen, welches aus je drei Mitgliedern der beiden Direktionen gebildet ist. Die Direktion der Nordostbahn vollzieht die Beschlüsse des Komitees und vertritt überhaupt die Unternehmung nach außen. Den Gemeinden erwuchs aus ihrer Beteiligung an Zinsdifferenzen aus dem gewährten Darlehen zu ihren Lasten eine Gesamtleistung von 267 715 Frs.

Dietler.

Bogenfachwerk, ein Bogenträger, dessen beide Gurtungen durch einzelne Zwischenglieder zu einem Ganzen vereinigt sind (s. Eisenbrücken).

Bogenkämpfer (*Impost, springer; Imposte*, f., *coussinet*, m.) nennt man die Auflagerstellen eines Bogenträgers (s. Bogen- und Hängebrücken).

Bogensehnenträger heißen jene Parabelfachwerksbalken, bei welchen die obere Gurtung parabolisch geformt, die untere aber gerade ist (s. Eisenbrücken).

Bogensprengwerk (s. Bogen- und Hängebrücken).

Bogenträger (*Bowstring-girder; Poutre*, f., *en arc*) ist ein Träger, welcher auf seine Stützpunkte nicht nur lotrechte Drücke, sondern auch nach auswärts gerichtete Horizontalschübe ausübt (s. Eisenbrücken).

Bogen- und Hängebrücken (Theorie) (*Arch and suspension bridges*, pl.; *Ponts*, m. pl., *en arcs et ponts*, m. pl., *suspendus*), jene Brückensysteme, deren Hauptträger durch Bogensprengwerke, bezw. Hängewerke gebildet sind, welche hinsichtlich ihrer statischen Wirkungsweise das Gemeinschaftliche haben, daß auch bei lotrechter Belastung schief gerichtete Kräfte in ihren Auflagerpunkten auftreten. Hierdurch unterscheiden sich diese Brückensysteme von den nur lotrechte Auflagerdrücke äußernden Balkenbrücken. Bei den Bogenträgern ist die Auflagerkraft nach außen, bei den Hängebrücken nach dem Innern der lichten Weite gerichtet; es entsteht sonach bei den ersteren ein Horizontalschub, bei den letzteren ein Horizontalzug. Das Auftreten dieser Horizontalkräfte ist durch die Unver-

schiebbarkeit der Auflagerpunkte (bei den Bogenträgern Kämpfer genannt) bedingt. Dieselben werden entweder direkt auf die angrenzenden Stützen übertragen oder durch anschließende ähnliche Träger mit gemeinschaftlichem Auflager bis an die festen Enden der Konstruktion fortgepflanzt und hier durch die Standfestigkeit der stützenden Körper (Widerlager bei den Bogenträgern, Verankerungen bei den Hängeträgern) aufgenommen.

Bogen- und Hängeträger können rücksichtlich ihrer geometrischen Form als Spiegelbilder aufgefaßt werden; sie unterscheiden sich nach obigem nur durch das Vorzeichen der horizontalen Auflagerkraft und ihre Berechnung kann daher auch nach den gleichen Grundsätzen erfolgen.

Die hierhergehörigen Trägersysteme lassen sich zunächst in zwei Gruppen sondern, in die schlaffen Spreng- und Hängewerke und in die steifen oder versteiften Bogen- und Hängeträger. Schlaff nennt man eine Trägerkonstruktion, wenn die geometrische Gestalt derselben nicht festgelegt ist, sondern mit der Lastverteilung wechselt. Diese Eigenschaft besitzt die Kette, das Seil und auch das polygonale Sprengwerk aus gelenkartig verbundenen Stäben; während aber das schlaffe Hängewerk seine Form wirklich der Belastung anpassen kann, vermag das Sprengwerk nur eine labile Gleichgewichtslage anzunehmen, d. h. es stürzt bei einer Änderung der Belastung in sich zusammen. Das schlaffe Sprengwerk ist daher als Trägerkonstruktion nicht brauchbar und auch das schlaffe Hängewerk ist für Brücken, die unter wechselnder Verkehrslast nur geringe (elastische) Formveränderungen erleiden sollen (Eisenbahnbrücken), von vornherein ausgeschlossen.

Die Versteifung dieser schlaffen Systeme kann erreicht werden entweder durch ihre Verbindung mit einem Balkenträger oder dadurch, daß man sie selbst als steife Systeme ausbildet (elastische Bogenträger und Fachwerkshängeträger). Diese letzteren können wieder nach der Art ihrer Auflagerung in eingespannte Bögen oder solche ohne Gelenk und in solche mit Kämpfergelenken unterschieden werden, je nachdem die Kämpfer an einer Drehung gehindert sind oder nicht. Die so erhaltenen steifen Bogen- und Hängeträger sind aber nicht nur nicht mehr schlaff, sie sind bereits statisch unbestimmt, d. h. zur eindeutigen Bestimmung der Auflagerkräfte reichen die statischen Gleichgewichtsbedingungen nicht mehr aus, vielmehr muß zu diesem Zweck auf die elastischen Formänderungen eingegangen werden. Wollte man einen über eine Öffnung gespannten steifen Bogen- oder Hängeträger mit Kämpfergelenken statisch bestimmt machen, so müßte derselbe in zwei durch ein Gelenk verbundene Teile zerlegt werden, wodurch man den Bogen mit drei Gelenken (Kämpfer- und Scheitelgelenk) erhielte.

Hiernach lassen sich die unter der Bezeichnung Bogen- und Hängeträger zusammenzufassenden Konstruktionen nach ihren statischen Unterscheidungsmerkmalen in die folgenden Systeme gliedern:

A. Schlaffe Hängeträger.

B. Versteifte Bogen- und Hängeträger:

a) Elastische Bogen mit drei Gelenken;

b) Elastische Bogen mit Kämpfergelenken;

c) „ „ ohne Gelenk;

d) Versteifung des schlaffen Hänge- (oder Spreng-) Werks durch einen Balkenträger.

Bei den unter *a*, *b* und *c* angeführten Trägersystemen hat man wieder zwischen den vollwandigen Bogen (Blechbogenträgern) und den Fachwerksbogen (Gitterbogen- und Fachwerkshängeträgern) zu unterscheiden.

Die Theorie der Bogen- und Hängebrücken, welche hier nur übersichtlich und in ihren hauptsächlichsten Ergebnissen vorgeführt werden kann, soll im nachstehenden nach der Reihenfolge der oben angeführten Systeme behandelt werden.

A. Schlaffe Hängeträger. Unversteifte Ketten- und Seilbrücken.

Wenn an einem in zwei Punkten festgehaltenen, gewichtslos gedachten Seil vertikale Einzelkräfte angreifen, so nimmt dasselbe eine bestimmte von dem Verhältnis der Lasten abhängige polygonale Form an, und es entstehen in dem Seil Spannungen, die sich für jede Seilpolygonseite in eine horizontale und in eine vertikale Komponente zerlegen lassen. Die erstere, der Horizontalzug H des Seils, erhält für sämtliche Seilseiten den gleichen Wert, nämlich

$$H = \frac{M}{f} \ldots\ldots\ldots\ldots\ 1)$$

wenn M das drehende Moment der Vertikalkräfte (Auflagerdruck und Belastung) bezeichnet, bezogen auf eine Seilpolygonecke, die um f unter der Verbindungslinie der Aufhängepunkte gelegen ist (Fig. 277). Es entspricht dies auch

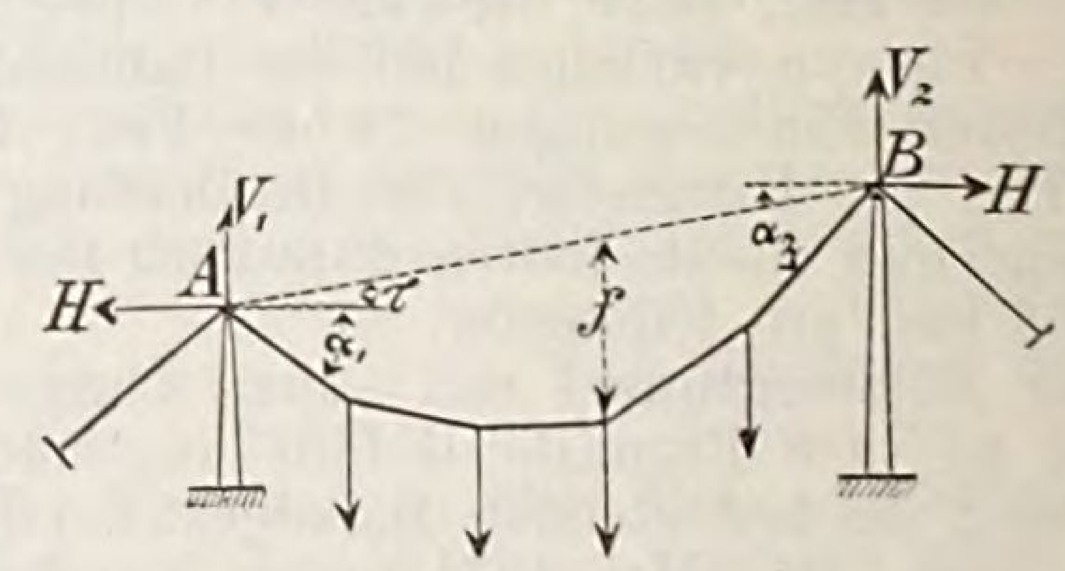


Fig. 277.

dem Biegungsmoment eines übereinstimmend belasteten, auf zwei Stützen aufliegenden Balkenträgers. Sind $\mathfrak{A}$ und $\mathfrak{B}$ dessen Stützendrücke, so berechnen sich die Vertikaldrücke in den Aufhängepunkten der Kette aus

$$V_1 = \mathfrak{A} - H\ tg\ \tau \qquad V_2 = \mathfrak{B} + H\ tg\ \tau \ldots 2)$$

Die größten Spannungen im Seil werden

$$\left.\begin{aligned} T_1 &= \sqrt{H^2 + V_1^2} = H \sec \alpha_1 \\ T_2 &= \sqrt{H^2 + V_2^2} = H \sec \alpha_2 \end{aligned}\right\} \ 3)$$

Wirken nicht Einzellasten, sondern ist eine kontinuierlich verteilte Belastung vorhanden, so nimmt das Seil eine stetig gekrümmte Form an. Dieselbe entspricht einer Parabel, wenn die Belastung über die ganze Spannweite gleichmäßig verteilt, d. h. für die horizontale Längeneinheit konstant ist; dagegen einer gemeinen Kettenlinie, wenn die Belastung über die Länge des Seils gleichmäßig verteilt ist. Für die Anwendung auf Hängebrücken genügt zur Berechnung der Spannungen wohl immer die erstere Annahme.

Bezeichnet g die Last pro Längeneinheit, so wird bei der Spannweite l und der Pfeilhöhe f der Kette oder des Seils

$$H = \frac{g\,l^2}{8f} \dots\dots\dots\dots\dots 4)$$

und bei gleich hohen Aufhängepunkten

$$V_1 = V_2 = \frac{1}{2}\,g\,l.$$

In der Regel ist die Fahrbahnlänge l' etwas kleiner als die Stützweite l der Ketten. Teilt man ferner die Belastung in das Gewicht g_0 der Ketten für das laufende Meter, in das Gewicht der Bahn g_1 für das laufende Meter und in die zufällige Belastung p für das laufende Meter, so lautet die genauere Formel für den Horizontalzug

$$\left.\begin{aligned} H = g_0 \left(1 + \frac{8}{3}\,\frac{f^2}{l^2}\right) \frac{l^2}{8f} + \\ + (p + g_1)\,\frac{l^2 - (l - l')^2}{8f} \end{aligned}\right\} \dots 5)$$

Die größten Kettenspannungen in den Endgliedern der Kette werden wieder aus den Gleichungen 3) erhalten.

Für die Kettenlänge besteht die angenäherte Formel

$$L = l\left\{1 + \frac{8}{3}\,n^2 - \frac{32}{5}\,n^4\right\} \dots\dots 6)$$

$n = \frac{f}{l}$ bezeichnet hierin das sogenannte Stichverhältnis.

Die Formänderungen der Kette äußern sich vornehmlich in einer Hebung oder Senkung des Kettenscheitels, und zwar wird diese Bewegung hervorgerufen durch die Verkehrsbelastung, durch Temperaturänderungen und durch eine Verschiebung der Kettenauflager.

Es möge hier noch darauf hingewiesen werden, daß infolge der Reibung in den Gelenken der Kette zu der in derselben wirkenden Längsspannung auch noch Biegungsspannungen hinzutreten, die unter Umständen nicht so unbeträchtlich werden können.

B. Steife vollwandige Bogenträger.

Die Biegungsspannungen gekrümmter Träger. Unter der Voraussetzung, daß der Krümmungshalbmesser eines stabförmigen Trägers im Verhältnis zur Höhe seines Querschnitts groß ist, welche Annahme bei eisernen Bogenträgern immer gemacht werden darf, gelten für den gekrümmten Stab mit großer Annäherung dieselben Formeln wie für den geraden Stab, welcher auf zusammengesetzte Normal- und Biegungsfestigkeit beansprucht wird. Bezeichnet nämlich P die im Stab wirkende Längskraft, M das auf einen Querschnitt, dessen Fläche F und dessen Trägheitsmoment auf eine zur Kraftebene senkrechte Schwerachse I sei, wirkende Biegungsmoment der äußeren Kräfte, so berechnet sich die Normalspannung für eine im Abstand v von der Schwerpunktsachse gelegene Faser aus

$$-\sigma = \frac{P}{F} + \frac{M\,v}{I} \dots\dots\dots 7)$$

Hierin kann P und M im allgemeinen mit dem gleichen Vorzeichen eingeführt werden und ist v für jene Punkte des Querschnitts positiv, welche mit P auf derselben Seite der Schwerpunktsachse liegen (Fig. 278). Durch Einführung der sogenannten Kernweiten

$$k_1 = \frac{I}{F\,a_1} \qquad k_2 = \frac{I}{F\,a_2} \dots\dots 8)$$

worin a_1 und a_2 die Abstände der obersten und untersten Faser vom Schwerpunkt bezeichnen, erhält man, wenn auch noch das Moment durch $M = Pp$ ausgedrückt wird,

$$-\sigma = \frac{P}{F}\left(1 + \frac{p\,v}{k_1\,a_1}\right) = \frac{P}{F}\left(1 + \frac{p\,v}{k_2\,a_2}\right)$$

Aus diesen Formeln folgt für die Spannungen in den äußersten Fasern, also für die größten und kleinsten Spannungen im Querschnitt

$$\left.\begin{aligned} -\sigma_o &= \frac{P}{F}\,\frac{p + k_1}{k_1} = \frac{M_u}{F\,k_1} = \frac{M_u\,a_1}{I} \\ -\sigma_u &= \\ &= \frac{P}{F}\,\frac{k_2 - p}{k_2} = -\frac{M_o}{F\,k_2} = -\frac{M_o\,a_2}{I} \end{aligned}\right\} 9)$$

Hiernach berechnen sich diese Spannungen aus den auf die Kernpunkte des Querschnitts bezogenen Biegungsmomenten M_o und M_u, und zwar ist für die Spannung in der obersten Faser das Biegungsmoment in Bezug auf den unteren Kernpunkt, für die Spannung in der untersten Faser das Biegungsmoment in Bezug auf den oberen Kernpunkt maßgebend. Die Bestimmung dieser Momente stößt bei vollwandigen (Blechbogen-) Trägern insoferne auf Schwierigkeiten, als sie die Kenntnis der Kernpunkte voraussetzt, deren Lage aber wieder von den erst zu ermittelnden Querschnittsgrößen abhängt. Man hat hier das folgende Näherungsverfahren einzuschlagen: Es wird ein Grundquerschnitt (Fig. 279), aus Stehblech und

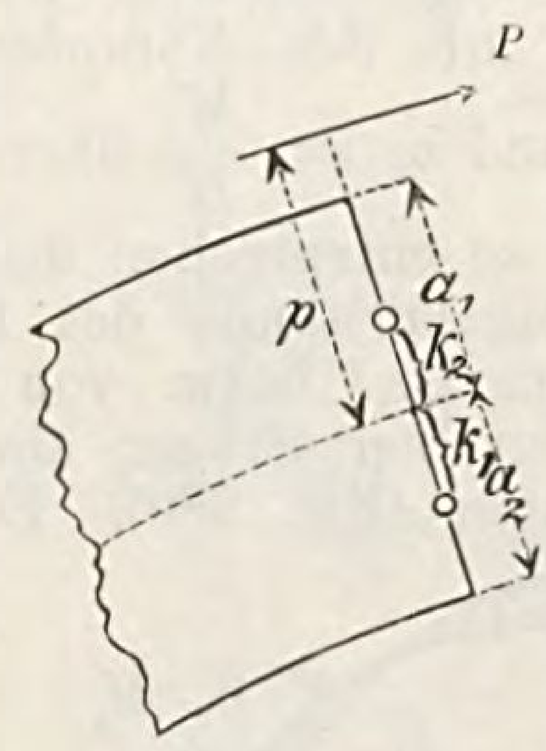


Fig. 278.

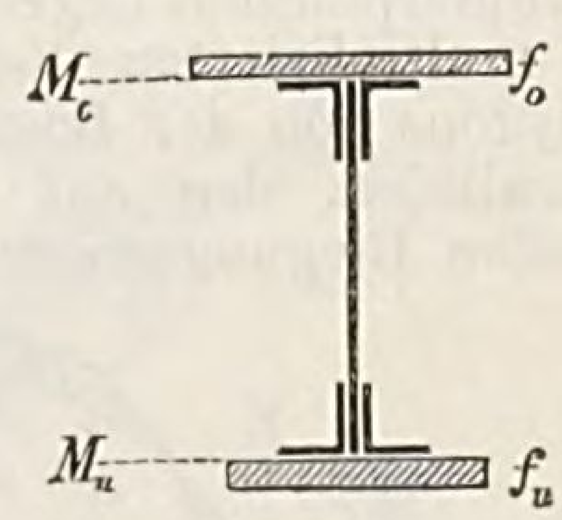


Fig. 279.

Winkeleisen bestehend, angenommen; dessen Fläche sei $= F_0$, Trägheitsmoment für die horizontale Schwerachse $= I_0$, Höhe $= h$. Man bestimmt nun die größten Biegungsmomente M_u und M_o in Bezug auf die Flanschenflächen der Winkeleisen und erhält alsdann, wenn σ die größte zulässige Spannung im Querschnitt bezeichnet, die erforderliche Fläche desselben aus

$$\left.\begin{aligned} F = \frac{M_o + M_u}{h\,\sigma} + \\ \frac{(F_0\,h^2 - 4\,I_0)}{4\,h^2}\,\frac{(M_o + M_u)}{M_o\,M_u} \end{aligned}\right\} 10)$$

Die Querschnittsflächen der beiden Gurtungslamellen folgen hiemit aus

$$\left.\begin{aligned} f_o &= \frac{M_u}{M_o + M_u}\,F - \frac{1}{2}\,F_0 \\ f_u &= \frac{M_o}{M_o + M_u}\,F - \frac{1}{2}\,F_0 \end{aligned}\right\} 11)$$

Mit Hilfe der nach dieser ersten Näherung entwickelten Querschnitte kann nunmehr (was aber selten notwendig werden wird), eine genauere Berechnung erfolgen, indem man die Kernlinien ermittelt, die Maximalmomente nun auf diese bezieht und dann zur Berechnung von f_o und f_u wieder die obigen Formeln anwendet.

Die äußeren Kräfte der Bogenträger. Für einen gekrümmten Stab, dessen Enden mit festen Stützen derart in Verbindung stehen, daß sie sich weder verschieben noch aber verdrehen können, d. i. also für den eingespannten Bogen oder den Bogen ohne Gelenk bestehen die folgenden Beziehungen zwischen den äußeren Kräften:

Für eine beliebige Belastung des Bogens durch Vertikalkräfte seien H der auftretende Horizontalschub, V_1 und V_2 die Vertikalkomponenten der Stützenreaktionen, M_1 und M_2 die Biegungsmomente in den Einspannungsstellen.

Denkt man sich H, M_1 und M_2 gleich Null, so geht der Bogenträger in einen frei aufliegenden Balken über und man kann für diesen das Biegungsmoment $\mathfrak{M}_x$ in einem Querschnitt im Abstand x vom linken Kämpfer, sowie den linksseitigen Stützendruck $\mathfrak{V}_1$ berechnen. Hiermit folgt aber dann das Biegungsmoment für den Bogenträger aus

$$M_x = \mathfrak{M}_x + \frac{M_1 (l - x) + M_2\, x}{l} - H y \qquad 12)$$

der Vertikaldruck im Kämpfer aus

$$V_1 = \mathfrak{V}_1 + \frac{M_2 - M_1}{l} + H\, tg\, \alpha \; \ldots\ldots\; 13)$$

Konstruiert man mit einer Poldistanz H das Seilpolygon der Belastungskräfte und bringt dasselbe in eine solche Lage zu dem Bogen, daß die Schnittpunkte mit den Kämpfervertikalen um $e_1 = \frac{M_1}{H}$ und $e_2 = \frac{M_2}{H}$ über den Kämpferpunkten liegen, so entsprechen die mit H multiplizierten Vertikalabstände des Seilpolygons von der Bogenachse, bezw. von den Kernlinien, den auf den Bogenträger einwirkenden Biegungsmomenten (Fig. 280). Es ist

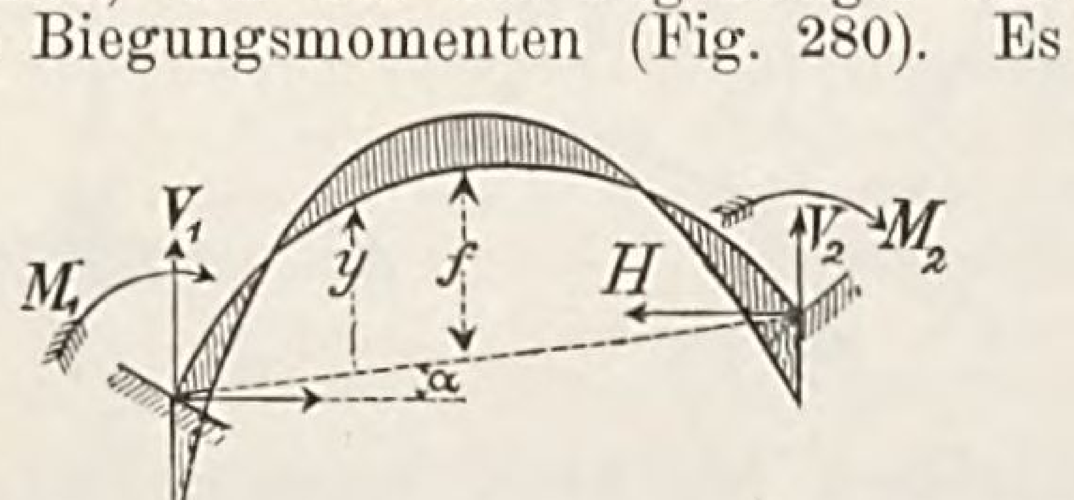


Fig. 280.

sonach bei dem eingespannten Bogen zur vollständigen Bestimmung der äußeren Kräfte und damit auch der inneren Spannungen die Kenntnis dreier Auflagergrößen erforderlich; bei dem Bogen mit Kämpfergelenken werden die Einspannungsmomente Null und erübrigt in diesem Fall bloß die Bestimmung des Horizontalschubs.

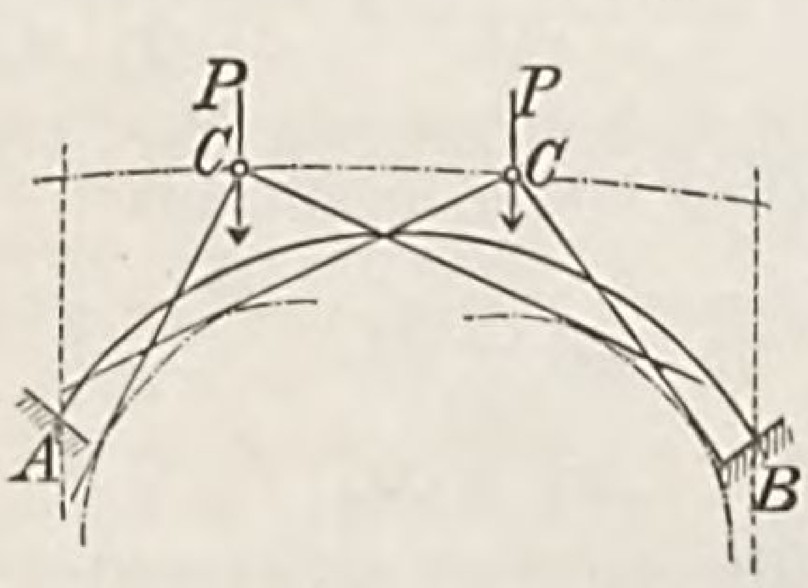


Fig. 281.

Besteht die Belastung des Bogens aus einer einzelnen Last, so schneiden sich die Richtungen der Kämpferdrücke auf der Angriffslinie der Last und es beschreibt dieser Schnittpunkt c bei einer Veränderung der Lage der Last eine Kurve, die sogenannte **Kämpferdrucklinie** (Fig. 281). Die Richtungen der Kämpferdrücke umhüllen dabei bestimmte Linien, welche **Kämpferdruckumhüllungslinien** genannt werden. Für den Bogen mit Kämpfergelenk schrumpfen diese letzteren in die Kämpferpunkte zusammen, da hier die Richtungen der Kämpferdrücke stets durch die Kämpfergelenke hindurchgehen müssen.

Hat der Bogen auch noch ein Scheitelgelenk, so muß die Richtung eines Kämpferdrucks überdies auch noch durch das Scheitelgelenk hindurchgehen und es besteht in diesem Fall die Kämpferdrucklinie aus zwei Geraden, die sich als die Verlängerungen der Verbindungssehnen des Scheitelgelenks mit den beiden Kämpfergelenken darstellen.

Ungünstigste Belastungen. Mit Hilfe der Kämpferdruck- und Kämpferdruckumhüllungslinien läßt sich der Einfluß der Lastlage auf das Vorzeichen der Spannungen in einem bestimmten Querschnitt untersuchen. Für die Normalspannungen im untersten Querschnittselement ziehe man durch den oberen Kernpunkt des betreffenden Querschnitts Tangenten an die Kämpferdruckumhüllungslinien, so bestimmen dieselben in den Schnittpunkten J_1 und J_2 (Fig. 282) mit der Kämpferdrucklinie die Belastungsscheiden, da eine jede in J_1 oder J_2 an-

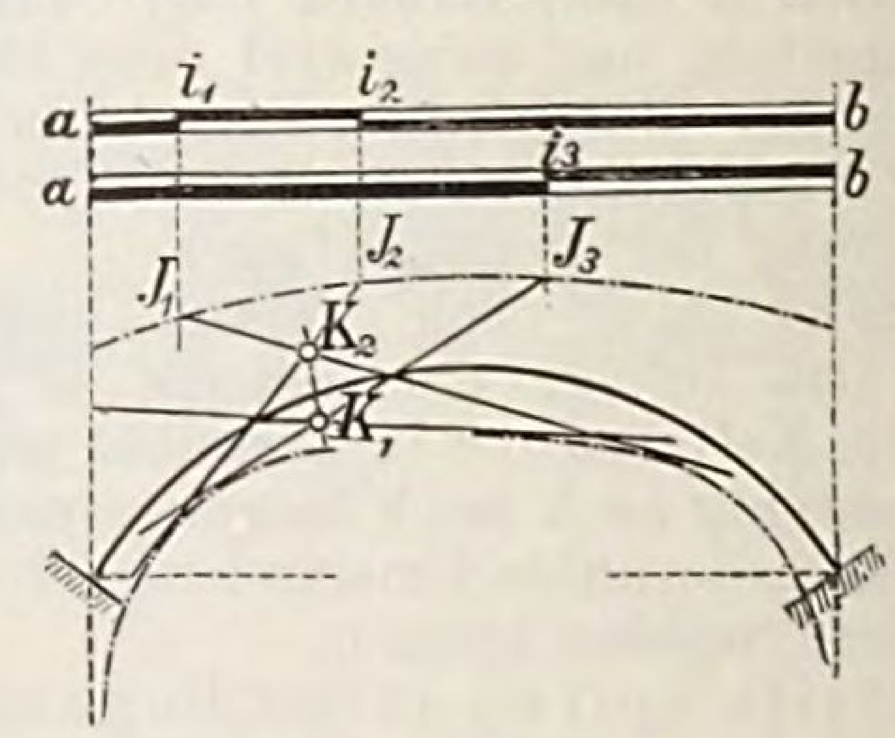


Fig. 282.

greifende Last in Beziehung auf den Kernpunkt K_1 kein Moment, mithin in der unteren Querschnittsfaser keine Spannung zur Folge hat. Beim Übergang der Last über die Punkte J_1 und J_2 ändert sonach die Spannung σ_u ihr Vorzeichen. Für die obere Faser tritt der untere Kernpunkt K_1 an die Stelle und man erhält für diesen die Belastungsscheiden J_3 und J_4. (In der Figur fällt der Punkt J_4 bereits außerhalb der Spannweite, es ist sonach nur eine Belastungsscheide vorhanden.) Mit entsprechender Berücksichtigung des Vorzeichens des Moments lassen sich sonach die folgenden Regeln aufstellen:

Die Spannung σ_o wird ein Zug für jede Last in der Strecke $i_3\, b$, ein Druck für jede Last in der Strecke $a\, i_3$; die Spannung σ_u wird ein Zug für jede Last in der Strecke $i_1\, i_2$, ein Druck für jede Last in der Strecke $a\, i_1$ und $i_2\, b$.

Für eine stetig verteilte Belastung ist hierdurch auch das Gesetz für die ungünstigste Belastungsweise gegeben.

Ähnliche Regeln lassen sich auch für die Scherkräfte aufstellen. Die Scherkraft in einem Querschnitt wird erhalten, wenn man die auf denselben einwirkende äußere Kraft (Resultierende aus den Auflagerkräften und den Be-

lastungen zwischen Kämpfer und Querschnitt) in eine auf der Ebene des Querschnitts senkrechte Komponente (Längs- oder Achsialkraft) und in eine in den Querschnitt fallende Komponente zerlegt. Letztere giebt die Scher- oder Transversalkraft; wir zählen dieselbe, wie bei den Balkenträgern, positiv, wenn sie auf den linken Trägerteil nach aufwärts wirkt. — Zieht man (Fig. 283) die Lotrechte CF_1 durch den

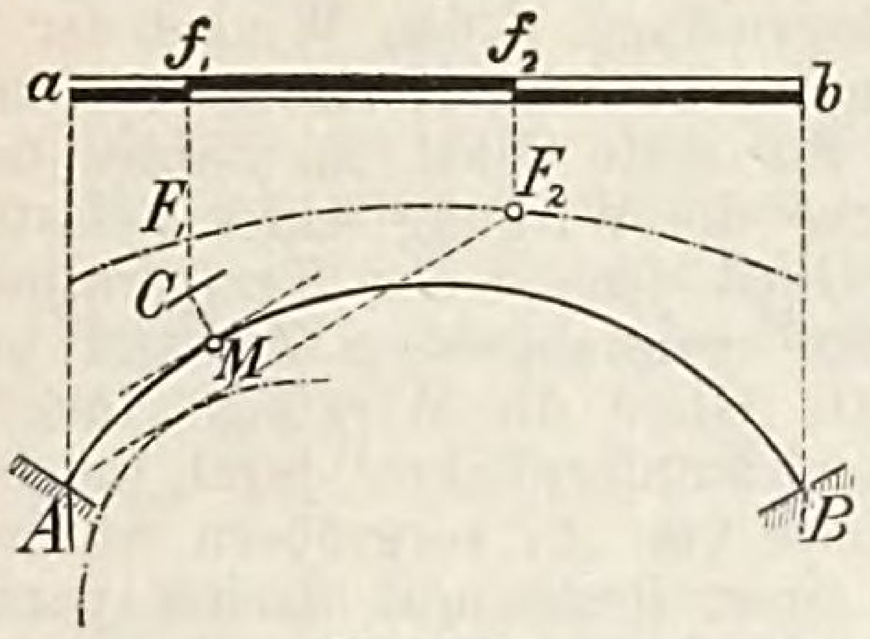


Fig. 283.

oberen Querschnittsrand C und parallel zur Tangente in M an die Stabachse eine Tangente an die Kämpferdruckumhüllungslinie, so geben wieder die Schnittpunkte F_1 und F_2 mit der Kämpferdrucklinie die Belastungsscheiden.

Die Transversalkraft in M wird positiv für jede Last in der Strecke $f_1 f_2$, negativ für jede Last in der Strecke $a f_1$ und $f_2 b$.

Bei einem Bogen mit Kämpfergelenken sind anstatt der Tangenten an die Kämpferdruckumhüllungskurven die Linien durch die Kämpfergelenke zu legen.

a) Bogenträger mit drei Gelenken.

Bei Vorhandensein von Kämpfergelenken lautet Gleichung 12)

$$M_x = \mathfrak{M}_x - Hy \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 14)$$

Die Anbringung eines dritten Gelenks in einem Punkt mit der Ordinate $y = f$ liefert zufolge der Bedingung, daß für den Gelenkpunkt das Moment Null werden muß, die Gleichung $0 = \mathfrak{M}_g - Hf$, voraus

$$H = \frac{\mathfrak{M}_g}{f} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 15)$$

Hierin bezeichnet $\mathfrak{M}_g$ das auf den Gelenkpunkt bezogene Moment des Balkenträgers. Sind die beiden Kämpfer in einer Horizontalen gelegen und ist das Gelenk im Bogenscheitel angebracht, so wird bei der Spannweite l des Bogens für eine im Abstand ξ vom Kämpfer gelegene Vertikallast G

$$\mathfrak{M}_g = G\frac{\xi}{2}$$

folglich
$$H = G\frac{\xi}{2f} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 16)$$

Läßt man ξ alle Werte von ξ bis $\frac{l}{2}$ durchlaufen, so kann H durch die Ordinaten einer geraden Linie dargestellt werden, und es stellt sonach das Dreieck $a\,b\,c$ (Fig. 284) die Einflußlinie der Horizontalkraft H dar, wenn die Scheitelhöhe $c\,i = G\frac{l}{4f}$ gemacht wird.

Die Biegungsmomente, welche auf die Kernpunkte der Querschnitte zu beziehen sind, berechnen sich aus Gleichung 14). Man kann dieselbe auch schreiben $M_x = y\left(\frac{\mathfrak{M}_x}{y} - H\right)$ und hiernach wieder die Einflußlinie, welche die Veränderlichkeit des Moments für eine wandernde Einzellast angiebt, konstruieren. (Fig. 285). Da nämlich $\mathfrak{M}_x = \frac{G\,\xi\,(l-x)}{l}$, so läßt sich die Größe $\frac{\mathfrak{M}_x}{y}$ durch die Ordinaten der Linie $a\,m\,b$ darstellen, welche man durch die in Fig. 285 angedeutete Konstruktion erhält.

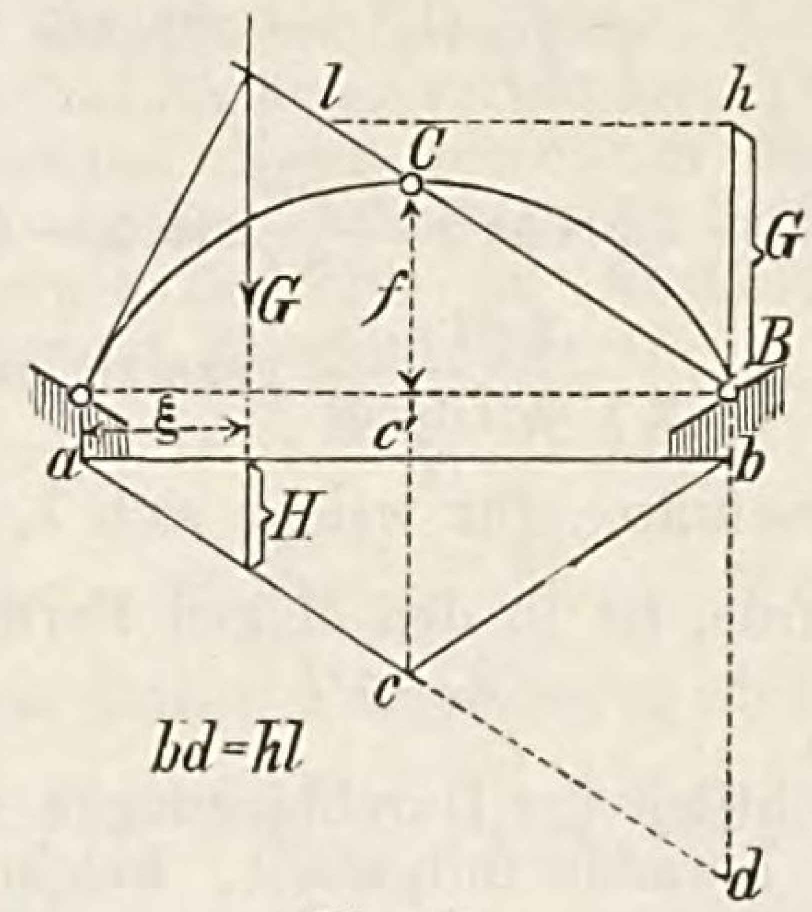


Fig. 284.

Der unter einer Einzellast G gemessene lotrechte Abstand der beiden Polygone $a\,c\,b$ und $a\,m\,b$ giebt alsdann mit der Ordinate y des Bogenpunkts M multipliziert das in diesem Punkt auftretende Biegungsmoment.

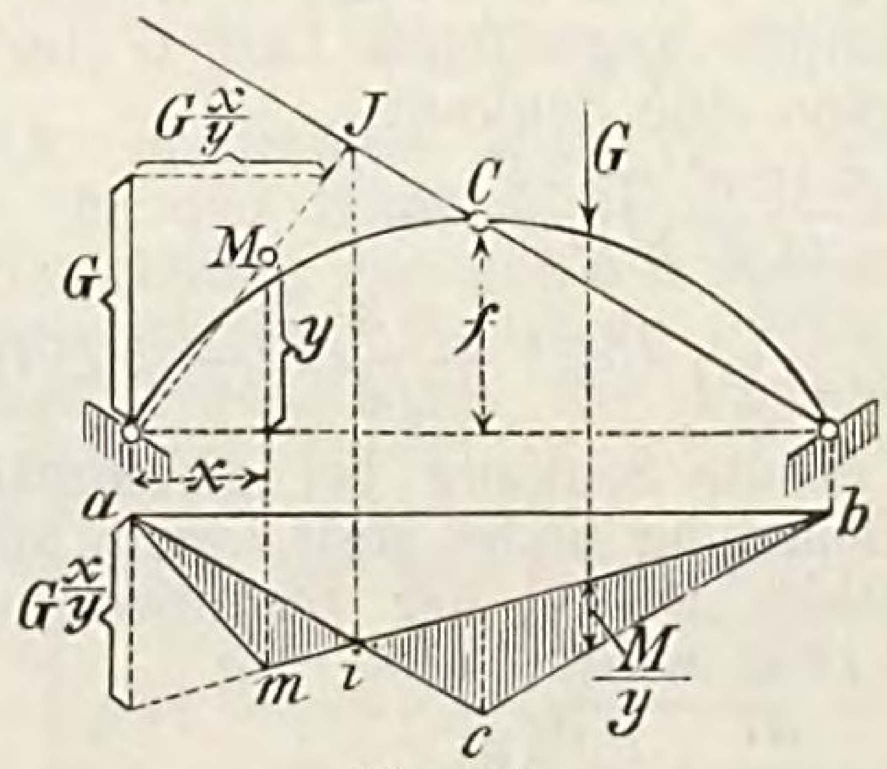


Fig. 285.

Für eine gleichmäßig verteilte Last p für die Längeneinheit, berechnen sich mit Einführung der Abscisse des Punkts J

$$\lambda_1 = \frac{2\,f\,x\,l}{2\,f\,x + l\,y}$$

die größten und kleinsten Werte der Momente für den Punkt $x\,y$ aus

$$\left.\begin{aligned} M_{max} &= \frac{1}{2}\,p\,x\,(\lambda_1 - x) \\ M_{min} &= \frac{1}{2}\,p\,x\,(l - \lambda_1) - \frac{1}{8}\,p l^2\,\frac{y}{f} \end{aligned}\right\} \quad 17)$$

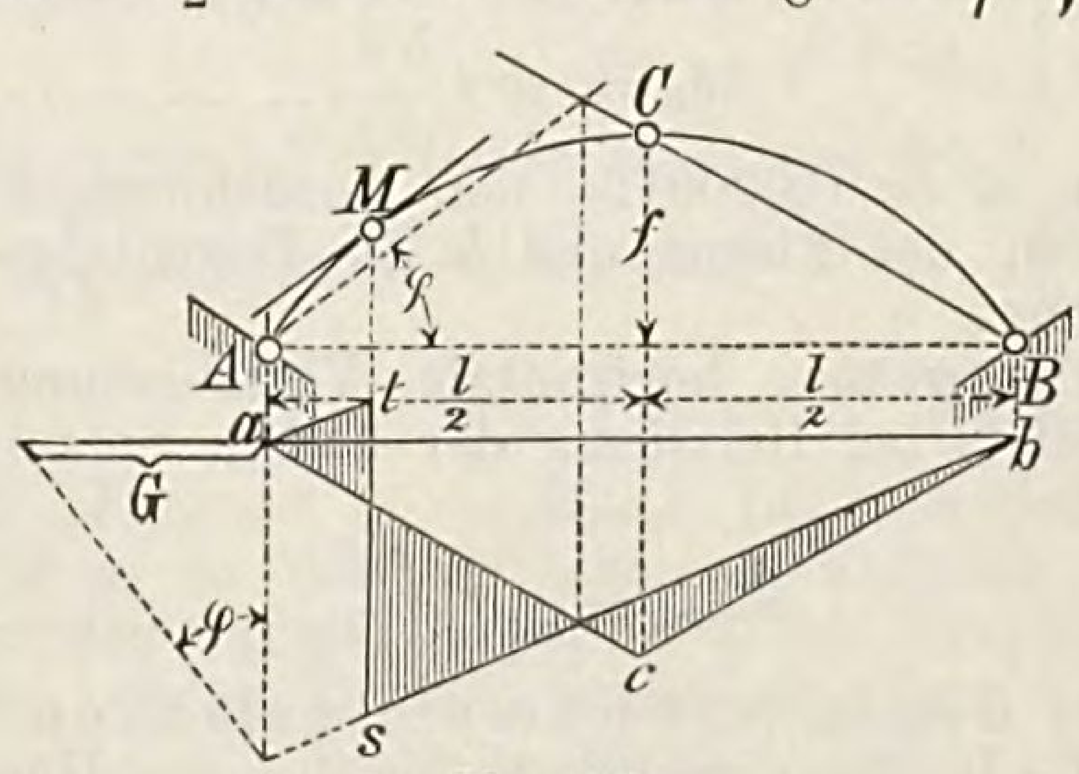


Fig. 286.

Die Scherkräfte im Querschnitt M folgen aus $Q = V\cos\varphi - H\sin\varphi$ und läßt sich die Einflußlinie für eine wandernde Einzellast, wie Fig. 286 zeigt, darstellen. Es geben die

lotrechten Abstände des Polygons $a\,t\,s\,b$ und der Horizontalschublinie $a\,c\,b$ mit $\sin\varphi$ multipliziert die Scherkraft. Bei gleichmäßig verteilter Belastung berechnen sich wieder die Größtwerte aus

$$\left.\begin{aligned} Q_{max} &= \frac{p}{2\,l}[(l-x)^2-(l-\lambda_2)^2]\cos\varphi - \\ &\qquad -\frac{p}{4\,f}(\lambda_2{}^2 - x^2)\ \sin\varphi \\ Q_{min} &= \\ &= \frac{1}{2}\,p\,(l-2\,x)\cos\varphi - \frac{pl^2}{8\,f}\sin\varphi - Q_{max} \end{aligned}\right\}\ 18)$$

wenn $\lambda_2 = \dfrac{2\,f\,l}{2\,f + l\,tg\,\varphi}$ gesetzt wird. Für jene Querschnitte, für welche sich $\lambda_2 > \dfrac{l}{2}$ ergeben würde, ist in den obigen Formeln

$$\lambda_2 = l$$

zu setzen.

Hinsichtlich der Durchbiegungen seien hier bloß jene Formeln mitgeteilt, welche sich auf die Scheitelsenkung eines Bogens mit parabolischer Achse und konstantem Querschnitt beziehen. Es bezeichnen F den Bogenquerschnitt, I dessen Trägheitsmoment, E den Elasticitätskoefficienten, dann bewirkt eine im Abstande

$$\xi\left(<\frac{l}{2}\right)$$

vom Kämpfer angreifende Last G im Scheitel des Bogens eine Senkung

$$\left.\begin{aligned} \delta &= \frac{G\,\xi\,(8\,f^2+3\,l^2)}{24\,E\,F\,f^2} - \\ &\quad - \frac{G\,\xi}{60\,E\,I\,l}\left(5\,\xi^3 + \frac{3}{8}\,l^3 - 5\,\xi^2\,l\right) \end{aligned}\right\}\ 19)$$

Die größte Senkung bei gleichmäßig verteilter Belastung findet statt, wenn annähernd das mittlere Drittel der Spannweite belastet ist, und zwar wird

$$\left.\begin{aligned} \delta_{max} &= \frac{37}{116640}\,\frac{p\,l^4}{\varepsilon\,I} + \\ &\quad + \frac{5}{864}\,\frac{p\,l^2\,(3\,l^2+8\,f^2)}{E\,F\,f^2} \end{aligned}\right\}\ 20)$$

Die größte Hebung des Bogenscheitels tritt ein, wenn annähernd das erste und letzte Drittel der Spannweite belastet ist, und wird

$$\left.\begin{aligned} (-\,\delta)_{max} &= \frac{37}{116640}\,\frac{p\,l^4}{\varepsilon\,I} - \\ &\quad - \frac{p\,l^2\,(3\,l^2+8\,f^2)}{216\,E\,F\,f^2} \end{aligned}\right\}\ 21)$$

Durch eine Temperaturzu- oder Abnahme um t^0 hebt oder senkt sich der Bogenscheitel um

$$\delta_t = w\,t\,\frac{b\,l}{4\,f} \ldots\ldots\ldots\ldots 22)$$

wenn $w = 0{,}0000124$ den Ausdehnungskoefficienten des Eisens und b die Bogenlänge bezeichnet.

Die größte horizontale Verschiebung des Scheitels bei Belastung der halben Spannweite wird

$$\varepsilon_{max} = \frac{p\,f\,l^3}{960\,E\,I} \ldots\ldots\ldots 23)$$

b) Bogen mit Kämpfergelenken. Hier ist die Bestimmungsgleichung für den Horizontalschub aus den elastischen Formänderungen des Bogens abzuleiten. Mit der zulässigen Annäherung, die Längskraft im Bogen konstant und gleich dem Horizontalschub H zu setzen und mit Einführung eines mittleren Querschnitts F_0 erhält man den allgemeinen Ausdruck

$$H = \frac{\displaystyle\int_0^l \frac{\mathfrak{M}\,y}{I}\,d\,s + E\,w\,t\,b\cos\beta - E.\Delta l}{\displaystyle\int_0^l \frac{y^2\,d\,s}{I} + \frac{b\cos\beta}{F_0}} \quad 24)$$

Hierin bezeichnet wieder $\mathfrak{M}$ das Biegungsmoment für den frei aufliegenden Balkenträger, b die Bogenlänge, β den Winkel der Tangente im Kämpfer mit der Horizontalen, und es bestimmt das erste Glied im Zähler des obigen Ausdrucks die Wirkung einer Belastung, das zweite Glied jene einer Temperaturerhöhung gegen den spannungslosen Zustand um t^0 und das dritte Glied die Wirkung einer Verschiebung der Kämpferpunkte, durch welche sich die Spannweite um Δl vergrößern würde.

Für einen Bogen mit flacher parabolischer Achse und nahezu konstantem Trägheitsmoment (Blechbogen mit parallelen Gurtungen) folgt der Horizontalschub für eine im Abstand ξ vom Kämpfer angreifende Einzellast G aus

$$H = \frac{5}{8}\,\frac{\xi}{l}\left(\frac{\xi^3}{l^3} - 2\,\frac{\xi^2}{l^2} + 1\right)\frac{l}{f'}\,G \ldots. 25)$$

worin

$$f' = f\left[1 + \frac{15}{8}\,\frac{I_0}{F_0\,f^2}\left(1 - \frac{16}{3}\,\frac{f^2}{l^2}\right)\right]$$

oder mit Vernachlässigung der Wirkung der Achsialkraft angenähert $f' = f$ zu setzen ist.

Trägt man die für verschiedene Lagen der Last berechnete Größe von H (Fig. 287) an dem Ort der Last als Ordinate auf, so erhält man wieder die Einflußlinie des Horizontalschubs, welche sich als ein Polygon darstellt, dessen Ecken auf den Vertikalen durch jene Punkte gelegen sind, in welchen sich die Belastung direkt auf den Bogen übertragen kann.

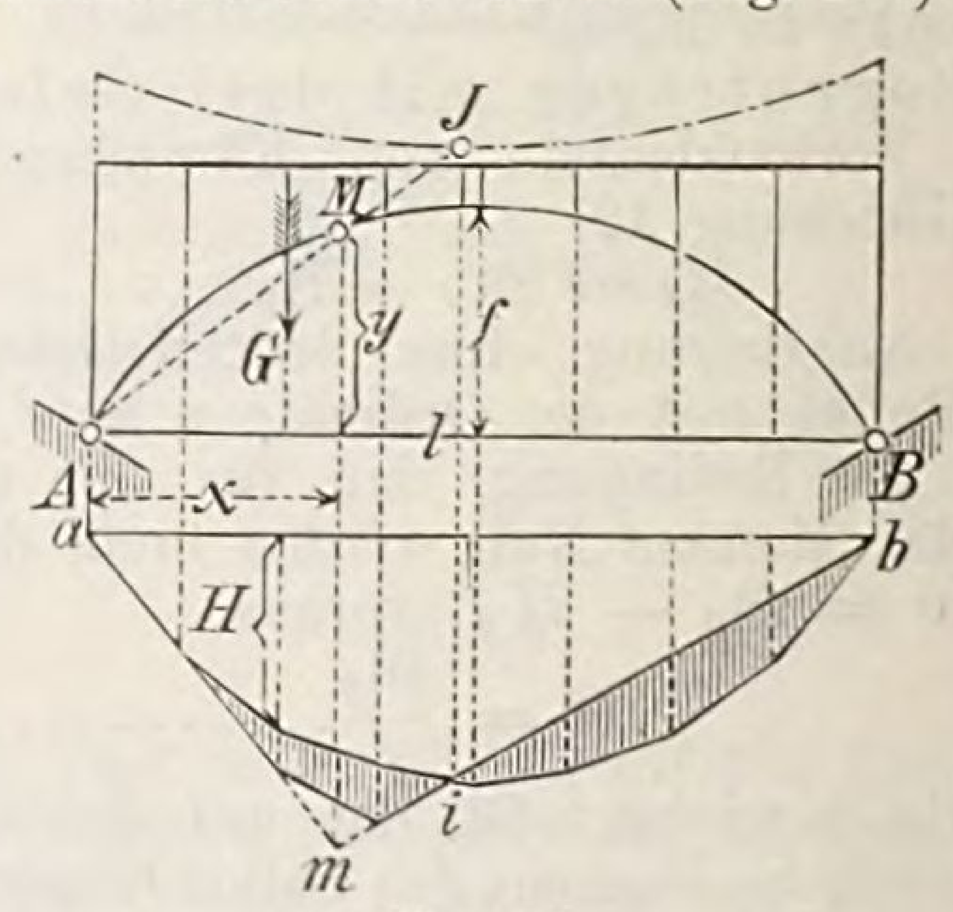


Fig. 287.

Mit Hilfe dieser Einflußlinie des Horizontalschubs lassen sich nun die Einflußlinien der Biegungsmomente und der Transversalkräfte in ganz derselben Weise darstellen, wie für den Bogen mit drei Gelenken (Fig. 285 und 286). Es tritt nur an Stelle der Horizontalschublinie für den Bogen mit drei Gelenken jene für den Bogen mit zwei Gelenken. Zur Berechnung der größten Momente im Punkt x, y bei gleichmäßig verteilter Last können die nachstehenden Formeln dienen.

$$M_{min} = \frac{p\,\lambda_1{}^2}{2\,l}\,x - H\,y \ldots\ldots 26)$$

worin für flache Bogen mit konstantem Querschnitt λ_1 aus

$$(l-\lambda_1)\,(l^2 + l\,\lambda_1 - \lambda_1{}^2) = \frac{8}{5}\,\frac{x}{y}\,f'\,l^2 \ldots 27)$$

und

$$H = \frac{5}{16}\left(\frac{\lambda_1}{l}\right)^2\left[1 - \left(\frac{\lambda_1}{l}\right)^2 + \frac{2}{5}\left(\frac{\lambda_1}{l}\right)^3\right]\frac{p\,l^2}{f'} \quad \ldots 28)$$

einzusetzen ist. Für die mittlere Strecke beiderseits des Bogenscheitels zwischen den Abscissen x' und $l - x'$, welche durch die Gleichung

$$l - x' = \frac{5}{8}\,\frac{l}{f}\,y'$$

bestimmt sind, ist zu dem oben berechneten Werte von M noch jener zu addieren, welcher sich aus derselben Formel für den symmetrisch gelegenen Bogenpunkt ergiebt. Das Moment bei totaler Belastung wird

$$M = \frac{p\,x\,(l - x)}{2} - \frac{p\,l^2}{8\,f'}\,y \ldots\ldots 29)$$

woraus das größte positive Moment

$$M_{max} = M - M_{min}$$

folgt.

Bei dem statisch nicht bestimmten Bogen werden auch durch Temperaturänderungen Spannungen hervorgerufen. Man hat diese Temperaturänderungen mit mindestens $t = \pm 30^0$ anzusetzen und erhält dann mit

$$E\,w = 2\,000\,000 \times 0{,}0000124 = 248$$

(auf Meter und Tonne als Einheit bezogen), also mit $E\,w\,t = 7440$ den Horizontalschub eines flachen Bogens infolge Temperaturveränderung

$$H_t = \pm\, 7440\,\frac{15}{8\,f^2}\,\frac{I_0}{1 + \frac{15}{8}\,\frac{I_0}{F_0\,f^2}} \ldots\ldots\ldots 30)$$

Die hierdurch hervorgerufenen Momente bestimmen sich aus

$$M_t = -\,H_t\,y \ldots\ldots\ldots\ldots 31)$$

Die bloß infolge dieser Temperaturwirkung auftretenden Spannungen können unter Umständen ziemlich beträchtlich werden. Für einen aus zwei Gurtungen von gleichem Querschnitt und dem Abstand h bestehenden Bogen wird die Temperaturspannung im Bogenscheitel des Ober- und Untergurts

$$\sigma = \pm\, 700\,\frac{h}{f}\,\frac{1 \mp \frac{1}{2}\,\frac{h}{f}}{1 + \frac{15}{32}\,\frac{h^2}{f^2}}$$

für ein Verhältnis $\frac{h}{f} = \frac{1}{3}$ würde

$\sigma_o = \pm\, 185$ kg und $\sigma_u = \mp\, 259$ kg.

Die Durchbiegung im Scheitel des Bogens wird für eine im Abstand ξ vom Kämpfer liegende Last G

$$\delta = 2\,\frac{H\,f}{E\,F_0} - \frac{G\,\xi}{384\,E\,I_0\,l}\,(l^3 + 25\,\xi^3 - 18\,\xi^2\,l) \quad \ldots 32)$$

Die größte Senkung findet wieder statt, wenn ungefähr das mittlere Drittel der Spannweite belastet ist; hierfür wird

$$\delta_{max} = \frac{5}{46656}\,\frac{p\,l^4}{E\,I} + \frac{121}{972}\,\frac{p\,l^2}{E\,F} \ldots 33)$$

c) Bogen ohne Gelenk. Wird ein Bogen vorausgesetzt, dessen Querschnittsträgheitsmoment nahezu konstant ist oder eigentlich im Verhältnis der Sekante des Neigungswinkels der Bogenachse gegen die Kämpfer zunimmt, so berechnet sich der Horizontalschub aus

$$H = \frac{\int_0^l \mathfrak{M}\,y_1\,d\,x}{\int_0^l y_1^2\,d\,x + \frac{I_0\,b\,\cos\beta}{F_0}} \ldots 34)$$

Die in dieser Formel erscheinenden Größen haben wieder dieselbe Bedeutung wie in Formel 24), nur bezieht sich jetzt die Ordinate y_1 auf eine Achse, welche die Fläche zwischen Bogenachse und Bogensehne ausgleicht, d. h. in ein flächengleiches Rechteck verwandelt. Bezeichnet t_0 den Abstand dieser Achse von der Bogensehne, so ergeben sich hiermit die Einspannungsmomente für eine im Abstand ξ vom linken Kämpfer gelegene Last G

$$\left.\begin{aligned} M_1 &= -\,G\,\frac{\xi\,(l - \xi)^2}{l^2} + H\,t_0 \\ M_2 &= -\,G\,\frac{\xi^2\,(l - \xi)}{l^2} + H\,t_0 \end{aligned}\right\} 35)$$

Für den flachen Parabelbogen wird mit

$$f' = f\left(1 + \frac{45}{4}\,\frac{I_0}{F_0\,f^2}\right)$$

insbesondere

$$H = \frac{15}{4}\,\frac{\xi^2\,(l - \xi)^2}{f'\,l^3}\,G \ldots\ldots 36)$$

$$\left.\begin{aligned} M_1 &= -\,G\,\frac{\xi\,(l - \xi)^2}{l^2}\left(1 - \frac{5}{2}\,\frac{f}{f'}\,\frac{\xi}{l}\right) \\ M_2 &= -\,G\,\frac{\xi^2\,(l - \xi)}{l^2}\left(1 - \frac{5}{2}\,\frac{f}{f'}\,\frac{l - \xi}{l}\right) \end{aligned}\right\} 37)$$

Hiermit bestimmen sich die Biegungsmomente für den Bogen nach Gleichung 12).

Zur Berechnung der größten Momente bei gleichmäßig verteilter Belastung p können für den flachen Parabelbogen die nachstehenden Formeln dienen.

$$H = \frac{p\,\lambda^3}{8\,f\,l^3}\,(10\,l^2 - 15\,l\,\lambda + 6\,\lambda^2) \ldots\ldots 38)$$

$$\left.\begin{aligned} M_1 &= -\left[p\,\lambda^2\,\frac{6\,l^2 - 8\,\lambda\,l + 3\,\lambda^2}{12\,l^2} - H\,\frac{2}{3}\,f\right] \\ M_2 &= -\left[p\,\lambda^3\,\frac{4\,l - 3\,\lambda}{12\,l^2} - H\,\frac{2}{3}\,f\right] \end{aligned}\right\} 39)$$

$$\left.\begin{aligned} M_{max} = {} & \frac{p\,\lambda^3}{12\,l^2}\left[8\,l - 3\,\lambda - 6\,(2\,l - \lambda)\,\frac{x_k}{l}\right] \\ & - H\left(y_k - \frac{2}{3}\,f\right) - p\,\frac{(\lambda - x_k)^2}{2} \end{aligned}\right\} 40)$$

Die Laststrecke λ ist hierbei aus

$$\left.\begin{aligned} \left(y_k - \frac{2}{3}\,f\right)\lambda^2 + \frac{4}{15}\,f'\,(l - 2\,x_k)\,\lambda = \\ = \frac{4}{15}\,f'\,l\,x_k \end{aligned}\right\} 41)$$

zu bestimmen. Für totale Belastung wird

$$\left.\begin{aligned} M = {} & \frac{1}{12}\,p\,[6\,x_k\,(l - x_k) - l^2] - \\ & - \frac{p\,l^2}{2\,f'}\left(y_k - \frac{2}{3}\,f\right) \end{aligned}\right\} 42)$$

womit $M_{min} = M - M_{max}$. Die Koordinaten x_k und y_k in den vorstehenden Formeln beziehen sich auf den Kämpfer A als Ursprung.

Der infolge Temperaturänderung um

$$t = \pm\, 30^0$$

entstehende Horizontalschub wird

$$H_t = \pm\, 7440\,\frac{45}{4}\,\frac{I_0}{f\,f'} \ldots\ldots\ldots 43)$$

sonach ungefähr sechsmal größer als beim Bogen mit Kämpfergelenken. Besteht der Bogen aus

gleichen Gurtungen im Abstand h, so wird die Temperaturspannung im Scheitel des Bogens

$$\sigma_s = \pm 1400 \frac{h}{f} \frac{1 \mp \frac{3}{2}\frac{h}{f}}{1 + \frac{45}{16}\frac{h^2}{f^2}}$$

und im Kämpfer

$$\sigma_k = \pm 2800 \frac{h}{f} \frac{1 \pm \frac{3}{4}\frac{h}{f}}{1 + \frac{45}{16}\frac{h^2}{f^2}}.$$

Für ein Verhältnis $\frac{h}{f} = \frac{1}{3}$ würde $\sigma_{s,o} = 178\,\text{kg}$, $\sigma_{s,u} = -533\,\text{kg}$, $\sigma_{ko} = -889\,\text{kg}$ und

$$\sigma_{ku} = 533 \text{ kg}.$$

Man sieht, daß die Temperaturspannungen sehr bedeutend werden können und daß sich in dieser Beziehung der eingespannte Bogen wesentlich ungünstiger verhält, als der Bogen mit Kämpfergelenken.

C. Gitter- oder Fachwerksbogen.

Die hierhergehörigen Fachwerksträger sind durch das Auftreten von horizontalen Auflagerkräften als Bögen, bezw. Hängewerke gekennzeichnet; sie bestehen immer aus zwei Gurtungen, von denen mindestens eine gekrümmt, bezw. polygonal ist und welche durch eine Ausfachung (Gitterwerk) miteinander verbunden sind. Die Berechnung hat nach der allgemeinen Fachwerkstheorie zu geschehen, welche von der vereinfachenden Annahme ausgeht, daß die Verbindung der Stäbe durch reibungslose Gelenke bewerkstelligt ist.

Kennt man die äußeren Kräfte, d. h. die Belastungen und die Auflagerkräfte, so erfolgt die Berechnung der Spannungen der einzelnen Fachwerksglieder nach den gleichen Regeln, wie sie in der Theorie der Balkenbrücken für das Fachwerk angegeben wurden. Ist das Fachwerk in Rücksicht auf die inneren Kräfte statisch bestimmt, d. h. enthält es keine überzähligen Stäbe, so kann zur Bestimmung der Stabspannungen entweder die Methode des Kräftediagramms oder die sogenannte Schnittmethode in Anwendung gebracht werden. Das Wesen dieser Methoden findet sich im Artikel Balkenbrücken beschrieben.

Enthält das Fachwerk aber überzählige Stäbe, d. h. ist es in Hinsicht auf die inneren Spannungen statisch unbestimmt (mehrteiliges Fachwerk und Doppelfachwerk), so erfordert eine genaue Bestimmung der Stabspannungen die Anwendung jener Methode, welche die elastischen Längenänderungen der einzelnen Stabglieder berücksichtigt (s. Balkenbrücken). In der Regel kann man sich aber mit einer vereinfachten Berechnung begnügen, welche darin besteht, daß man entweder, wie bei den Balkenträgern, das Fachwerk in die einfachen Systeme zerlegt oder in jedem Fach gewisse ideale Knotenpunkte o und u (Fig. 288) einführt, auf welche man die Biegungsmomente M_o und M_u bezieht. Bezeichnet d_1, d_2 die Längen F_1, F_2 die Querschnittsflächen der sich kreuzenden Diagonalstäbe, so erhält man angenähert die Richtung $o\,u$ als Diagonale eines Parallelogramms mit den Seiten $KA = d_1{}^2 F_2$ und $KB = d_2{}^2 F_1$. Die Gurtspannungen folgen dann aus:

$$S_o = -\frac{M_u}{p_u} \text{ und } S_u = \frac{M_o}{p_o} \quad \ldots\ldots 44)$$

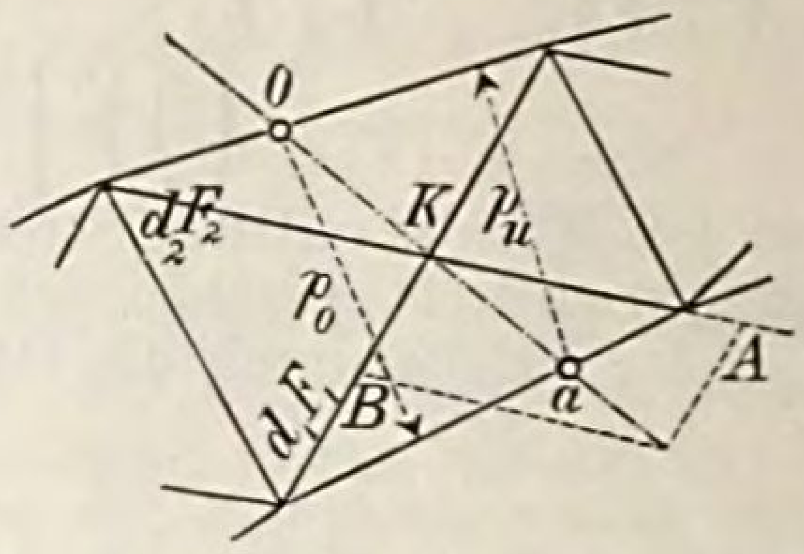


Fig. 288.

Um die größten Werte dieser Gurtspannungen zu erhalten, hat man wieder die ungünstigste Belastung anzunehmen, welche sich in ganz gleicher Weise wie hinsichtlich der Momente für den vollwandigen Bogenträger bestimmt (Fig. 282). Es treten nur an Stelle der Kernpunkte K_1 und K_2 die beiden Momentenpunkte u und o.

Die Spannungen der Gitterstäbe werden bei parallelen, bezw. konzentrischen Gurtungen aus den Transversalkräften erhalten. Bei nicht parallelen Gurtungen ist der Schnittpunkt der beiden dem betreffenden Fach angehörenden Gurtstäbe als Momentenpunkt anzusehen und folgt dann die Gitterstabspannung aus

$$S = \frac{M_z}{d}.$$

Die ungünstigste Belastung bestimmt sich wieder, wie in Fig. 289 angedeutet, mit Hilfe der Kämpferdrucklinie.

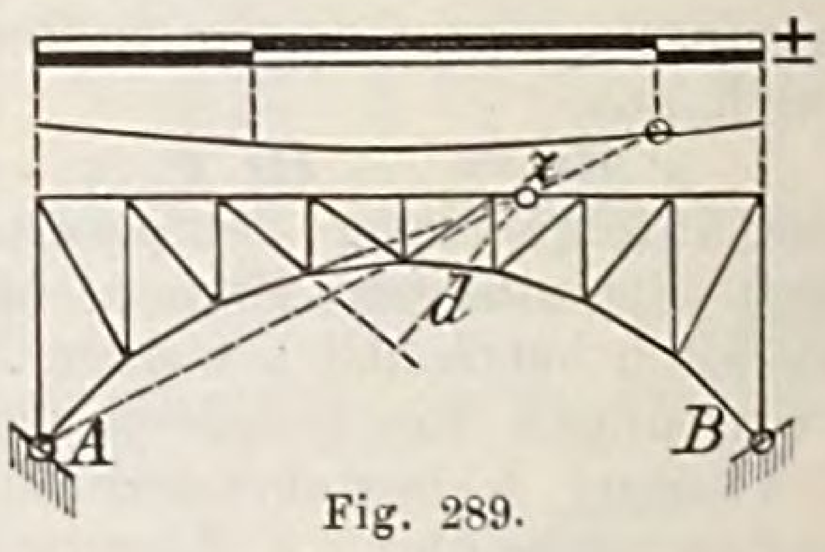


Fig. 289.

Es erübrigt nun nur noch zu zeigen, wie die Auflagerkräfte zu berechnen sind, deren Kenntnis im vorhergehenden vorausgesetzt wurde. Bei einem Bogen mit geringer Tragwandhöhe und parallelen Gurtungen, bei welchem sonach das Trägheitsmoment wenig veränderlich ist und der füglich aus einem Blechträger entstanden gedacht werden kann, dessen Blechwand durch Gitterwerk ersetzt wurde (Fig. 290), erreicht man eine unter allen Um-

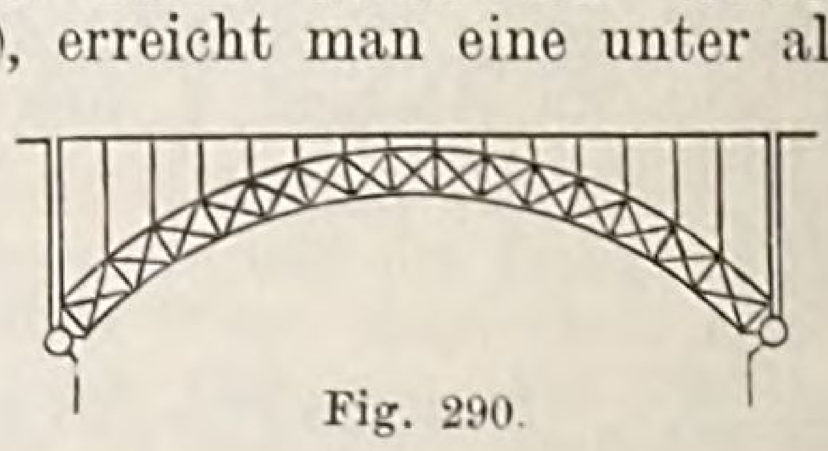


Fig. 290.

ständen genügende Annäherung, wenn man dasselbe Berechnungsverfahren in Anwendung bringt, wie für den vollwandigen Bogen (Formeln 24—42). Hat jedoch der Bogen ein sehr veränderliches Trägheitsmoment und ist er als eigentliches Fachwerk mit weitmaschiger Ausfachung konstruiert (Fig. 289 und 291), so würde die Anwendung der Theorie des vollwandigen Bogens zu allzu ungenauen und unbrauchbaren Ergebnissen führen. Es ist dann notwendig, sofern man es nicht mit einem statisch

bestimmten Bogen mit drei Gelenken, für welchen natürlich immer die Formeln 15—18) gelten, zu thun hat, von jener Methode Gebrauch zu machen, welche die Formänderung der einzelnen Stabglieder berücksichtigt. Dieselbe möge hier für den Bogen mit Kämpfergelenken kurz angedeutet werden. Denkt man sich in der Verbindungslinie der beiden Kämpferpunkte zwei nach innen gerichtete Kräfte von der Größe $= 1$ wirksam, so werden dieselben in den sämtlichen Stabgliedern Spannungen u hervorrufen, welche sich ohne Schwierigkeit ermitteln lassen. Thatsächlich wirkt an den Kämpfern die Horizontalkraft H; die von ihr erzeugten Spannungen werden daher Hu. Dieselben treten zu den Spannungen $\mathfrak{S}$ hinzu, welche entstehen würden, wenn $H = 0$, d. h. wenn der Bogen horizontal verschiebbar gelagert wäre. $\mathfrak{S}$ sind sonach die Spannungen in dem als Balkenträger aufgefaßten Fachwerk und es werden hiermit die Spannungen im Bogenfachwerk

$$S = \mathfrak{S} + H u \qquad \text{.......... 45)}$$

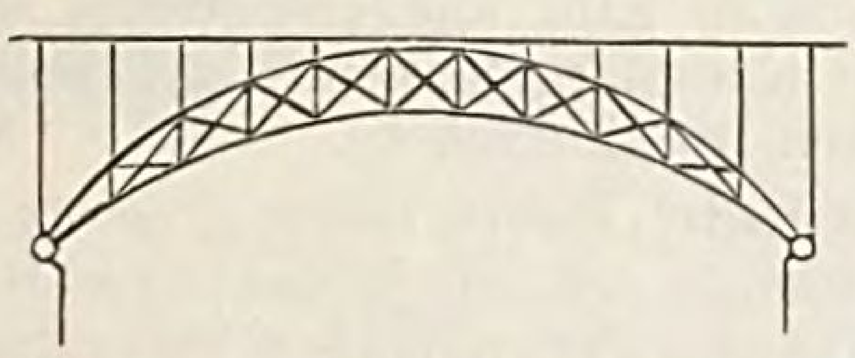


Fig. 291.

Infolge dieser Spannungen finden elastische Längenänderungen in den Stabgliedern statt, welche sich bei der Querschnittsfläche F und und der Länge s eines Stabs, ferner dem Elasticitätskoefficienten E mit

$$\varDelta s = \frac{s}{EF} S = \frac{1}{E} r S$$

berechnen, wenn zur Abkürzung $r = \frac{s}{F}$ gesetzt wird. Wird angenommen, daß sich die Kämpfer etwas unter der Belastung verschieben, wodurch sich die Spannweite um $\varDelta l$ vergrößere, so muß nach dem Satz von der Gleichheit der virtuellen Verrückungen, die Arbeit der Kräfte 1 gleich der Arbeit der Spannungen u sein, also

$$-1 . \varDelta l = \Sigma u . \varDelta s = \Sigma \frac{1}{E} r u S.$$

Mit der Substitution von S aus Gleichung 45) und Reduktion auf H folgt schließlich

$$H = -\frac{\Sigma r \mathfrak{S} u + E . \varDelta l}{\Sigma r u^2} \qquad \text{..... 46)}$$

Kennt man H, so sind durch Gleichung 45) auch die Spannungen S bestimmt. Die Wirkung einer Temperaturänderung um t^0 ergiebt sich aus

$$H_t = \pm \frac{E w t l}{\Sigma r u^2} \qquad \text{......... 47)}$$

Die in den Gleichungen 46) und 47) erscheinenden Größen u und $\mathfrak{S}$ sind direkt bestimmbar. Bezüglich der Größen $r = \frac{s}{F}$ ist es notwendig, eine vorläufige Annahme über die Querschnittsflächen der Stäbe zu machen. Man kann sich in der Regel bei der ersten Annäherung damit begnügen, die obigen Summengrößen bloß auf die Gurtungsstäbe auszudehnen und kann die Formänderungen der Gitterstäbe vernachlässigen. Auch empfiehlt es sich, für die erste Berechnung die Gurtquerschnittsflächen konstant und im Ober- und Untergurt gleich groß anzunehmen.

Die angegebene Berechnungsweise gilt natürlich ebenso für die Bogenfachwerke, wie für Fachwerkshängeträger. Von den letzteren möge noch jene Anordnung besonders erwähnt werden, wo der Träger durch ein Mittelgelenk unterbrochen, also statisch bestimmt ist (Fig. 292).

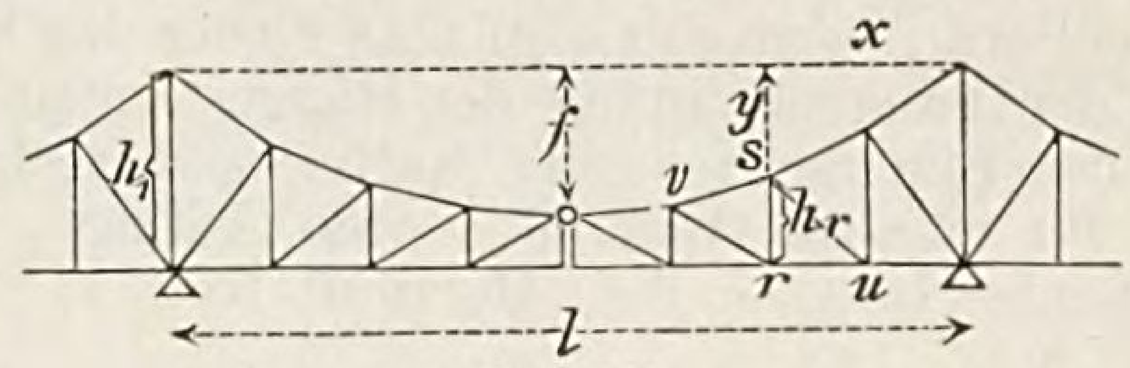


Fig. 292.

Hier findet man bei parabolischer Form des Obergurts für die Spannung des Untergurts $r u$, wenn g das Eigengewicht der Konstruktion und p die zufällige Belastung bezeichnet:

$$U_g = 0$$

$$U_{max} = -U_{min} = \frac{p x (l - x)(l - 2x)}{2 (3 l - 2 x) h_r} \qquad \text{... 48)}$$

für die Spannung des Obergurts $v s$

$$\left.\begin{aligned} O_g = \Big[-\frac{x^2}{2} \left(\frac{2 f l}{h_1 l + 2 f x} - 1 \right) + \\ + \frac{l^2}{8} \frac{l h_1 - 2 f x}{l h_1 + 2 f x} \frac{h_1}{f} \Big] \frac{g}{h_r} \sec \sigma \end{aligned}\right\} \qquad 49)$$

$$\left.\begin{aligned} O_{max} = O_g + \\ + \frac{p l^2}{8} \frac{l h_1 - 2 f x}{l h_1 + 2 f x} \frac{h_1}{f} \frac{\sec \sigma}{h_r} \end{aligned}\right\} \qquad 50)$$

$$\left.\begin{aligned} O_{min} = O_g - \\ - \frac{p x^2}{2} \left(\frac{2 f l}{h_1 l + 2 f x} - 1 \right) \frac{\sec \sigma}{h_r} \end{aligned}\right\} \qquad 51)$$

D. Die durch einen Balkenträger versteifte Kette.

Um die Formänderungen der schlaffen Kette oder des Seils in ihrer Größe zu beschränken, hat man dieselbe mittels Hängestangen mit einem geraden Balken verbunden und hierdurch ein im allgemeinen statisch unbestimmtes Trägersystem erhalten. Eine statische Bestimmtheit würde nur erreicht, wenn der Versteifungsbalken wieder durch ein Gelenk unterbrochen würde. Der Versteifungsbalken hat die Aufgabe, eine ungleichmäßige und wechselnde Belastung

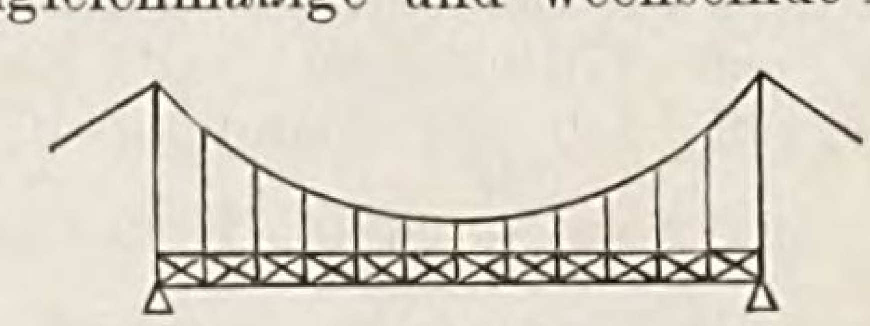


Fig. 293.

möglichst gleichmäßig über die Kette zu verteilen und hierdurch deren Formänderungen auf ein geringes Maß herabzumindern; er muß zu dem Zweck die entsprechende Steifigkeit besitzen, d. h. mit entsprechend großem Querschnittträgheitsmoment ausgeführt werden. Unter dieser Voraussetzung kann man auf dieses Trägersystem die nachstehend angedeutete Näherungsberechnung anwenden.

Das auf einem Querschnitt des Versteifungsträgers im Abstand x vom Auflager entfallende Biegungsmoment wird wieder

$$M = \mathfrak{M} - H y \qquad \text{........... 52)}$$

wenn $\mathfrak{M}$ das Moment für den freien Balkenträger, welches also beim Nichtvorhandensein der Kette auftreten würde, bezeichnet. Desgleichen wird die Transversalkraft

$$Q = \mathfrak{Q} - H \, tg \, \tau \qquad \text{......... 53)}$$

Ist im Versteifungsträger ein Gelenk angebracht und beziehen sich hierauf die Größen $\mathfrak{M}_0$ und f, so bestimmt sich die Horizontalkraft in der Kette aus

$$H = \frac{\mathfrak{M}_0}{f} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots 54)$$

Ist dagegen der Versteifungsträger nicht unterbrochen und hat die Kette eine parabolische Form, vernachlässigt man ferner den Einfluß der Längendehnung der Hängestangen sowie das Eigengewicht der Kette, so berechnet sich für eine im Abstand ξ vom Auflager angreifende Last G der Horizontalzug in der Kette aus

$$H = \frac{5 \frac{\xi}{l} \left(\frac{\xi^3}{l^3} - 2 \frac{\xi^2}{l^2} + 1\right)}{8 \frac{f}{l} + 15 \frac{I.L}{f\, l^2 F}} . G \ldots 55)$$

Hierin bezeichnet I das konstant angenommene Trägheitsmoment des Versteifungsträgers, F die Querschnittsfläche der Kette und bei der Spannweite l des Trägers und der Länge $l_1 \sec \alpha$ der Spannketten

$$L = l + \frac{16}{3} \frac{f^2}{l} + 2 l_1 \sec^2 \alpha.$$

Die Ermittlung der ungünstigsten Belastung, der größten Momente und Transversalkräfte kann nun wieder genau in derselben Weise durchgeführt werden, wie bei den elastischen Bogenträgern mit Kämpfergelenken. Der Querschnitt der Kette oder des Seils bestimmt sich aus der größten Horizontalkraft, welche bei totaler Belastung auftritt.

Setzt man zur Abkürzung den Nenner der Gleichung 55) $\ldots \frac{8 f}{l} + 15 \frac{I L}{f\, l^2 F} = N$, so wird das Maximum der Horizontalkraft bei der Belastung mit q pro Längeneinheit

$$H_{max} = \frac{q\, l}{N}.$$

Die Spannungen im Versteifungsträger, welcher als Blechträger oder als Gitterträger ausgeführt werden kann, bestimmen sich nach den bekannten, für Balkenträger geltenden Regeln. Für den Gitterträger mit parallelen Gurten ergiebt sich die Spannung in einem Gurtstück aus $S = \frac{M}{h}$, wenn M das nach 52) zu bestimmende Moment, bezogen auf die Vertikale durch den gegenüberliegenden Knotenpunkt, und h die Trägerhöhe bezeichnet. Desgleichen folgt die Gitterstabspannung für einen solchen Träger aus $S = Q \sec \beta$, unter β den Neigungswinkel des Stabs gegen die Vertikale verstanden.

Für den Träger mit einem Mittelgelenk wird

$$M_{max} = M_{min} = \pm \frac{p\, x\, (l - x)\, (l - 2\, x)}{2\, (3\, l - 2\, x)}$$

und für das absolut größte Moment im Abstand $x = 0{,}234\, l$ wird $\pm\ 0{,}01883\, pl^2$.

Für den Träger ohne Gelenk wird das Moment für totale Belastung mit p pro Längeneinheit

$$M = \frac{N\, l - 8\, f}{N} \; \frac{p\, x\, (l - x)}{2\, l}$$

ferner

$$M_{min} = - \frac{2\, p\, x\, (l - x)}{N} \; \frac{f}{l} \left[2 - 5 \frac{\lambda_1}{l} + 10 \left(\frac{\lambda_1}{l}\right)^3 - 10 \left(\frac{\lambda_1}{l}\right)^4 + 3 \left(\frac{\lambda_1}{l}\right)^5\right]$$

$$M_{max} = M - M_{min}$$

worin λ_1 aus

$$- \lambda_1^3 + l\, \lambda_1^2 + l^2 \lambda = \frac{N\, l^3}{5} \; \frac{x}{y}$$

einzusetzen ist.

Wird die Längendehnung der Kette vernachlässigt, so nimmt N seinen kleinsten Wert $8 \frac{f}{l}$ an; hierfür ergiebt sich das absolut größte Moment bei $x = 0{,}25\, l$ mit $0{,}01652\, p\, l^2$.

Die größten Transversalkräfte werden in der Trägermitte $= \frac{1}{8}\, p l$; an den Trägerenden $\frac{1}{6}\, p l$ (für den Träger mit Gelenk) oder etwas größer, je nach der Steifigkeit des Trägers.

Der Einfluß der Temperaturänderungen berechnet sich in ganz analoger Weise wie beim Bogen mit Kämpfergelenken (s. a. Eisenbrücken, Holzbrücken, Steinbrücken). Melan.

Bohlwände (*Pilage-rows of piles; Palées*, f. pl., *rangs*, m. pl., *de pieux*), aus Holz hergestellte Wände, zur seitlichen Stützung natürlich gelagerter oder künstlich aufgetragener Bodenschichten bei beliebig steiler Böschungsanlage dienend.

Bei der Vergänglichkeit des Holzes empfehlen sich Bohlwände vor Mauern nur dann, wenn ihr Bau und ihre Unterhaltung billiger zu stehen kommt, wie bei diesen, oder wenn es sich um möglichst einfache und rasche Herstellung handelt, wie dies namentlich bei Bauten am Wasser der Fall sein kann. Die B. werden in der Weise hergestellt, daß eine Reihe von Pfählen in mäßigen Abständen voneinander in den Boden eingerammt, oben mittels eines Querbalkens vereinigt und auf ihrer Rückseite mit Bohlen (Pfosten, Brettern) verschalt werden. Zu den Pfählen werden solche Holzarten verwendet, welche den Wechsel von Trockenheit und Feuchtigkeit gut aushalten können, also Eichenholz und harzreiche Nadelhölzer. Sie erhalten einen quadratischen Querschnitt oder werden nur auf der Rückseite behauen, man rammt sie lotrecht oder mit einer Neigung von ungefähr ein Zehntel auf ihre halbe Länge in den Boden ein. Für die Stärke derselben werden öfters empirische Gleichungen, wie z. B.

$$d = 0{,}20 + 0{,}015\, l \text{ m}$$

angewendet, wobei d die Dicke, l die Länge bedeutet. Am unteren Ende werden sie zugespitzt, zuweilen auch mit Schuhen aus Guß- oder Schmiedeisen versehen.

Um das seitliche Ausweichen der Pfähle möglichst zu verhüten, kommt über dieselben ein sogenannter Holm mit meist quadratischem Querschnitt zu liegen, welcher öfters auch des Wasserablaufs wegen etwas abgeschrägt und weiters mit den Pfählen verzapft und verschraubt wird. Der Stoß des Holms erfolgt stets über einen Pfahl. Statt des Holms können auch Zangenhölzer verwendet werden, welche man dann zu beiden Seiten der Pfähle anordnet und mit diesen verbolzt.

Bei größeren Längen der Pfähle, oder wenn die Bodenschichten, in welchen sie stecken, nicht

fest genug sind, sucht man ihre Stellung durch sogenannte Erdanker zu sichern. Es sind dies nahezu wagerecht gelegte, einfache oder doppelte Balken, welche mit ihrem einen Ende an der Bohlwand, mit dem inneren Ende je an einem besonderen Pfahl befestigt werden (Fig. 294). Zweckmäßig ist es, durch den Anker die

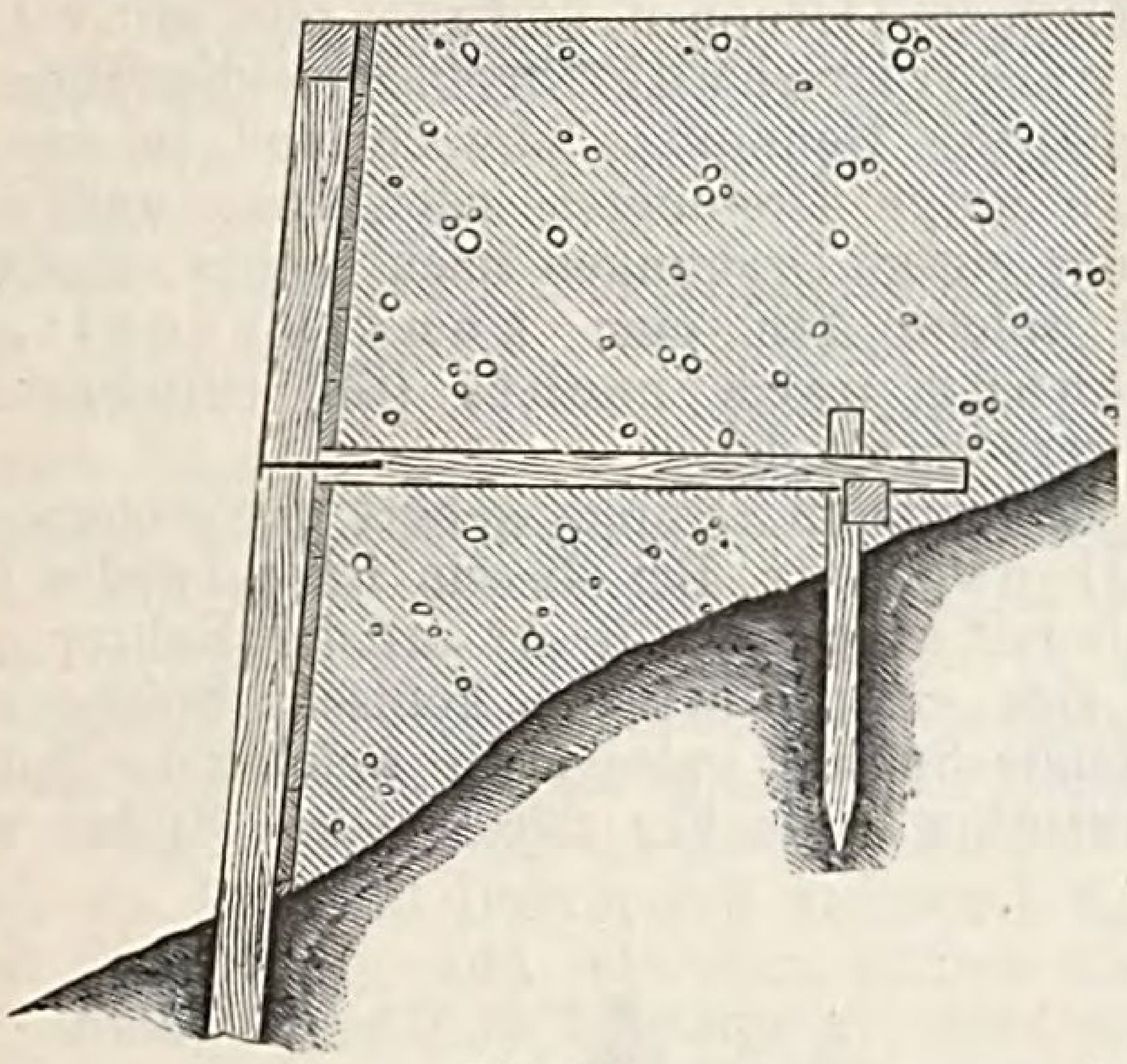


Fig. 294.

Mitte des über den Boden vorstehenden Bohlwandpfahls zu unterstützen, doch kann man zu einer tieferen Lage des Ankerbalkens durch verschiedene Umstände genötigt werden, beispielsweise wenn außerdem die Anker bald trocken, bald naß liegen würden. Entweder erhält jeder Bohlwandpfahl seine Verankerung oder nur jeder zweite oder dritte. Bei sehr bedeutender Länge der vorstehenden Pfahlstücke genügt eine einmalige Unterstützung nicht mehr und sind dann mehrfache Anker notwendig, wobei sich verschiedenartige Anordnungsweisen empfehlen können; schließlich ist zu bemerken, daß man zuweilen die B. aus zwei Teilen zusammensetzt, derartig, daß man den oberen, der Fäulnis ziemlich rasch verfallenden Teil für sich erneuern kann.

Näheres über B. s. u. A. in Schmitt, Erdkunstbau auf Straßen und Eisenbahnen, II. Teil, Leizig 1871. Loewe.

Bohrapparate für Holz und Metall (Metall-, Holzbohrgeräte, bezw. Bohrmaschinen), mit Menschen- oder Maschinenkraft betriebene Vorrichtungen zur Herstellung von kreisrunden Vertiefungen oder Löchern oder auch zur Erweiterung solcher. Beim Eisenbahnwesen finden B. der verschiedenartigsten Konstruktionen mannigfache Verwendung (z. B. bei der Bahnerhaltung, Zugförderung, besonders aber in den Eisenbahnwerkstätten).

Bei den B. unterscheidet man hauptsächlich zwei Teile, nämlich das schneidige Instrument, welches in das Arbeitsstück eindringt, den Bohrer im engeren Sinn (auch Bohrspitze) und den zur Umdrehung derselben, sowie zur Ausübung des Drucks dienenden Apparat. Die einfachste Form des letzteren bilden die sogenannten Bohrgeräte, bei welchen sowohl die Bewegung als auch das Anpressen des Bohrers durch Menschenkraft erfolgt, und welche zumeist nur zur Herstellung kleinerer und seichterer Vertiefungen und Löcher verwendet werden. Kompliziertere Mechanismen weisen die eigentlichen Bohrmaschinen auf, welche für größere Arbeiten und hauptsächlich nur in Werkstätten Verwendung finden; die Bewegung erfolgt teils durch Menschen-, teils durch Maschinenkraft und beschränkt sich bei den Bohrmaschinen die Obliegenheit des Arbeiters gewöhnlich nur auf die richtige Befestigung des Arbeitsstücks, die Wahl des Bohrers, Ingangsetzung und Überwachung der Maschine. Das Bohren des Lochs erfolgt entweder vollständig selbstthätig oder die Maschine bewirkt nur die kontinuierliche Drehung, während der Vorschub des Bohrers von Seite des Arbeiters durch einen an der Maschine vorhandenen Mechanismus bewirkt wird.

Im nachstehenden sollen die beim Eisenbahnwesen hauptsächlich in Verwendung kommenden B. und schließlich auch die zum Schärfen der Bohrer dienenden Maschinen — Bohrerschleifmaschinen — näher besprochen werden.

I. Die Bohrer sind spindelartige Stahlkörper von 3—30 cm Länge, welche an dem einen Ende sich mehr oder weniger verbreitern und mit schneidigen Zuschärfungen versehen sind, an dem andern Ende mit der zur Erzeugung der drehenden Bewegung dienenden Vorrichtung fest verbunden werden. Je nach der Art der Bewegung und Verwendung unterscheidet man Handbohrer (welche nur mit der Hand allein bewegt werden), und Gerätbohrer (welche in Bohrgeräten oder Bohrmaschinen Verwendung finden); je nachdem sie zur Bearbeitung von Metall oder Holz verwendet werden, unterscheidet man ferner Metallbohrer und Holzbohrer. Eigentliche Handbohrer kommen nur bei der Bearbeitung von Holz in Betracht. Bei den Metallbohrern unterscheidet man nach der Art der Zuschärfung der Bohrspitzen zweischneidige und einschneidige Bohrer. Die zweischneidigen sind stets klein und werden nur zur Herstellung von Löchern bis zu 8 mm Durchmesser verwendet; die einschneidigen haben den Vorzug einer besseren und schnelleren Arbeitsleistung bei verhältnismäßig geringerem Kraftbedarf; sie vermögen eigentlich schneidend zu wirken, während die zweischneidigen Bohrer nur schabend wirken.

Bei den zweischneidigen Bohrern schließen die Schneiden einen Winkel mit der Drehachse ein und bilden eine Spitze (Fig. 295[1] und 295[2]), daher auch Spitz- oder Handbohrer genannt. Bei den Spitzbohrern, Fig. 295[1], stehen die Schneiden zumeist unter einem Winkel von 45 bis 60°, während der Anstellwinkel ca. 90° beträgt; diese Bohrer schaben mehr als sie schneiden und werden sehr rasch hin und her bewegt. Bei den Spitzbohrern für Eisen und Metall, Fig. 295[2], soll der Schneidewinkel nicht unter 80°, gewöhnlich 100—120° betragen; der günstigste Winkel ist 110°. Bei den Holzbohrern sind die Winkel kleiner und liegen die Schneidewinkel zwischen 30 und 50°, während der Anstellwinkel häufig gleich Null ist.

Um bei der Bearbeitung von Metall mit Spitzbohrer diesem eine richtige Stellung zu geben, wird am Arbeitsstück im Mittelpunkt des zu bohrenden Lochs eine konische Vertiefung mit einem spitzen Werkzeug (Körner) geschlagen und in diese die Bohrspitze eingesetzt. Jene Bohrer, deren Schneiden zur Drehachse senkrecht stehen, heißen Centrumbohrer (s. Fig. 295[3]) Bei diesen beträgt der Schneidewinkel stets 180° (es liegen also die Schneiden in einer Geraden) und

ist der Anstellwinkel β in der Regel 4—5°. — Um bei dieser Bohrergattung den Bohrern die richtige Stellung zu geben, bringt man an denselben entweder in der Mitte eine kräftige mit Schneiden versehene Spitze oder, bei solchen für größere Löcher, einen kleinen cylindrischen Zapfen an (s. Fig. 295^{4}); diese letzteren Bohrer werden daher auch Zapfenbohrer genannt. Bei Verwendung eines Zapfenbohrers muß zur Erreichung der richtigen Stellung zuerst mit einem Spitzbohrer vom Durchmesser des Zapfens ein Loch in dem Arbeitsstück vorgebohrt werden. Diese Bohrer müssen im allgemeinen steif geführt werden, da sie sich sonst verlaufen, d. h. nicht gerade, sondern unrunde Löcher herstellen. Behufs besonders guter Führung erhalten die Bohrer mitunter auch einen halbkreisförmigen Querschnitt, s. Fig. 295^{5}, und werden dann Kanonenbohrer genannt. Eine neuerer Zeit vielfach und mit Erfolg angewendete Bohrergattung sind die Spiral- oder sogenannten amerikanischen Bohrer, Fig. 295^{6}. Diese haben eine cylindrische Form (vom Durchmesser des zu bohrenden Lochs), wodurch eine sehr gute Geradführung erzielt wird; sie besitzen zwei Schneiden und zwei schraubenförmig eingefraiste Nuten, in welchen die Späne gleichsam auf schiefen Ebenen sehr leicht austreten. Der in Fig. 295^{7} dargestellte Spiralbohrer ist eine Kombination eines amerikanischen mit einem Zapfenbohrer.

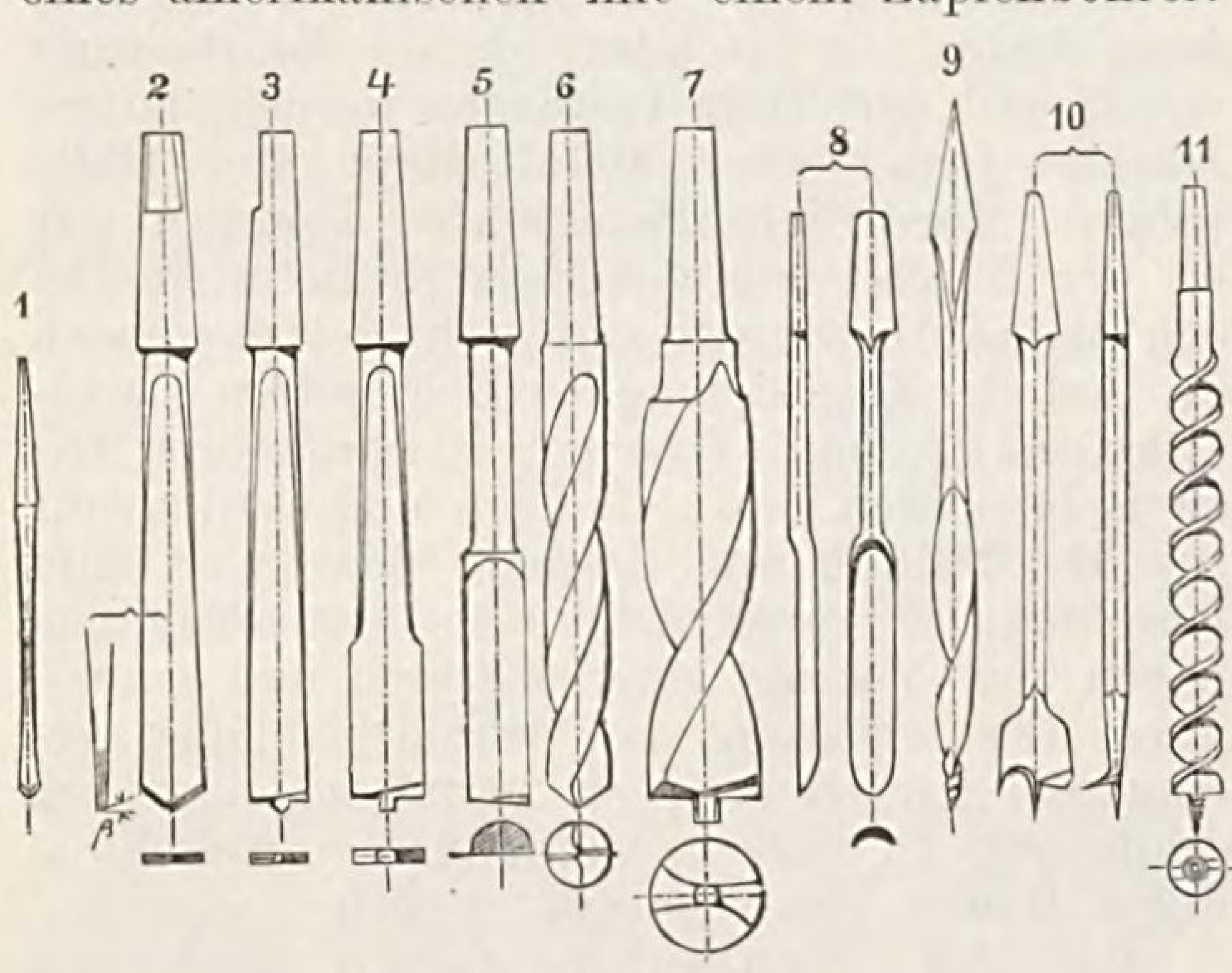


Fig. 295.

Bei den Holzbohrern unterscheidet man ebenfalls verschiedene Gattungen, und zwar Parallel-, Spitz- und Centrumbohrer. Der Parallelbohrer hat eine bogenförmige löffelartige Schneide, daher auch Löffelbohrer (s. Fig. 295^{8}) genannt. Der Spitzbohrer erhält einen bogenförmigen Querschnitt und läuft die Schneide in eine Spitze aus. Nachdem aber diese beiden Bohrergattungen mit geraden Schneiden meist sehr mangelhaft arbeiten, so werden dieselben gewöhnlich in anderer Form verwendet, und zwar dreht man sowohl den Parallel- als auch den Spitzbohrer in glühendem Zustand um ihre Achse, wodurch man den sehr gut verwendbaren Schneckenbohrer (Fig. 295^{9}) erhält. Der Centrumbohrer besitzt in der Mitte die Spitze, auf einer Seite die eigentliche Bohrerschneide, auf der andern Seite einen parallel zur Bohrerachse stehenden Vorschneidezahn (s. Fig. 295^{10}), welcher den Zweck hat, die Holzfasern durchzuschneiden, bevor das Abheben von Spänen erfolgt. Auch für Holz werden, ähnlich wie für Metall, Spiralbohrer (siehe Fig. 295^{11}) verfertigt, indem man eine glatte, gleich breite Schiene in warmem Zustand um die Mittelachse verdreht. Diese Spiralbohrer erhalten behufs besseren Angreifens und Vorschubs unten eine schraubenartig eingefeilte Spitze; sie führen sich selbst und haben sich in der Praxis sehr gut bewährt.

II. Bohrgeräte. Von diesen werden hauptsächlich zwei Gruppen, und zwar eine mit wechselweiser Drehung (für einschneidige Bohrer), so daß die Bohrspitze abwechselnd in rascher Folge einige Drehungen nach links und dann wieder einige Drehungen nach rechts empfängt und solche für eine kontinuierliche Drehung nach rechts (für einschneidige Bohrer) verwendet.

Zur ersteren Gruppe gehört der sogenannte Rollenbohrer. Bei diesem ist entweder eine Rolle mit einer Rille direkt auf den Bohrer oder auf eine eigene in eine konische Spitze auslaufende Spindel gesteckt, in welcher der Bohrer befestigt wird (s. Fig. 296). Diese Spitze wird

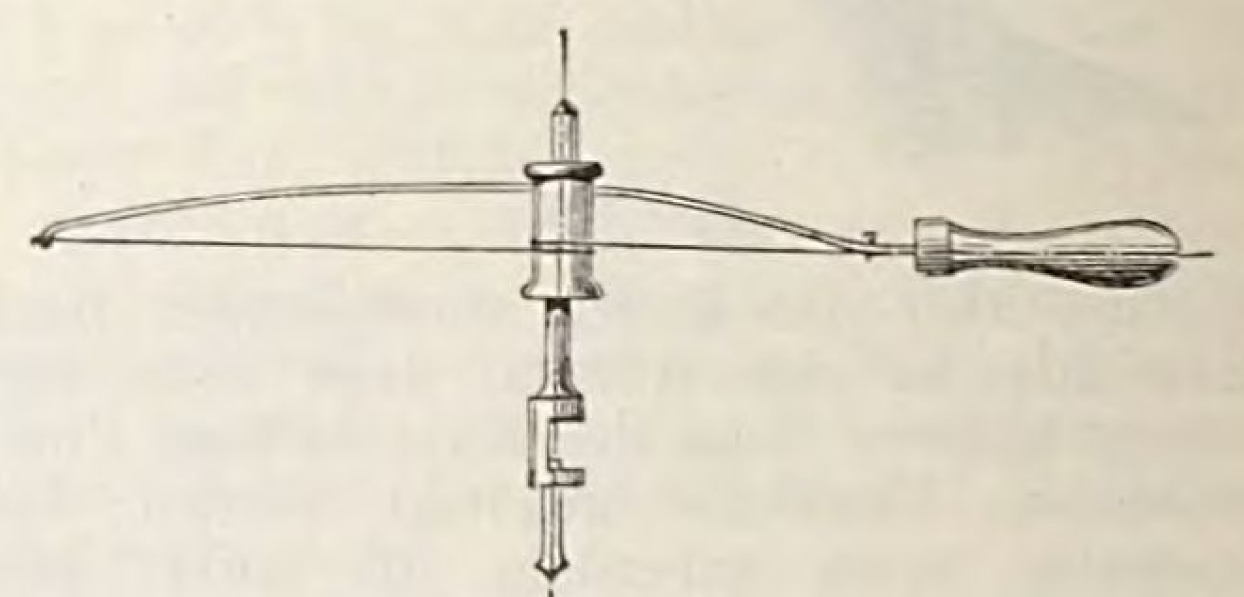


Fig. 296.

entweder in eine Vertiefung der Werkbank, des Schraubstocks oder gegen ein vom Arbeiter vor der Brust gehaltenes Bohrbrett mit eingesetzter Stahlplatte und entsprechender Vertiefung gestemmt, während der zweischneidige Bohrer an das Arbeitsstück mit entsprechendem Druck angesetzt wird. Die wechselnde Bewegung wird durch den Bohrbogen (auch Drillbogen, Fiedelbogen), welcher aus spanischem Rohr, Fischbein oder einer Stahlklinge, sowie einer Hanfschnur oder Darmseite besteht, durch Hin- und Herziehen der Schnur auf der Rolle hervorgerufen.

Sehr sinnreich ist die Konstruktion des aus England eingeführten archimedischen oder Drillbohrers, Fig. 297 (auch Bohrwinde mit Spiralgang genannt), die den Vorteil gewährt, daß man damit auch dort, wo die Umgebung der Führung des Bohrbogens hinderlich ist, arbeiten kann. Der Drillbohrer besteht aus einem Stahlstäbchen, welches glühend gewunden wird, so daß es die Beschaffenheit einer Schraube mit sehr steilen Gewindgängen annimmt. An dem einen Ende wird dieses Stück mit einem Holzknopf, am unteren Ende mit einer Hülse zum Einsetzen des Bohrers versehen. Der Knopf, welcher zum Andrücken des Bohrers gegen das Arbeitsstück verwendet wird, ist derart mit der Spindel verbunden, daß er fest in der Hand gehalten werden kann, während die Spindel sich um ihre Achse dreht. An der Spindel sitzt eine kleine Mutter, welche mittels eines Hefts rasch hin- und hergeschoben wird, wodurch die wechselnde oder umsetzende Achsendrehung hervorgerufen wird. Übrigens wurden auch Drillbohrer

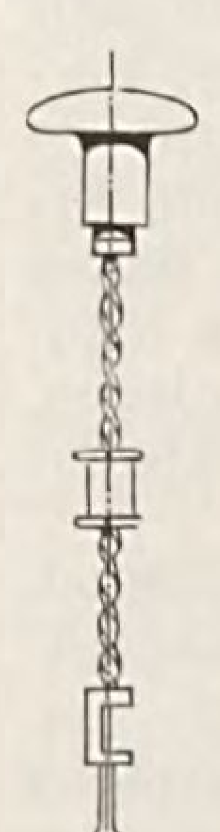


Fig. 297.

mit einseitiger kontinuierlicher Bewegung konstruiert, welche jedoch in der Praxis wegen ihrer Kompliziertheit und größeren Kosten als der einfache Drillbohrer keinen Eingang fanden. Bei den vorbeschriebenen Bohrgeräten werden nur zweischneidige Bohrer verwendet.

Zur Gattung der Bohrgeräte mit kontinuierlicher Drehung gehören der Schnellbohrer, die Brustleier, die Bohrkurbel und die Bohrratsche (Bohrknarre). Bei diesen Bohrgeräten werden ausschließlich einschneidige Bohrer verwendet.

Beim Schnellbohrer (Fig. 298), welcher noch nicht allgemeine Verbreitung gefunden hat, befindet sich auf der Bohrspindel eine schwere Schwingscheibe und über derselben eine lose, über die Spindel gesteckte Hülse, welche wieder ein in der Schwingscheibe eingeschlossenes Sperrrad trägt und durch einen in der Schwingscheibe befestigten Sperrkegel die Spindel antreibt. Um die Hülse ist in mehreren Gängen eine Schnur geschlungen, die an dem einen durch ein Loch im Bohrgestell geführten Ende einen Ring trägt, und mit dem andern Ende am Umfang einer Rolle befestigt ist; wird diese letztere vorwärts gedreht, und dann wieder freigelassen, so wird sie durch eine Spiralfeder wieder

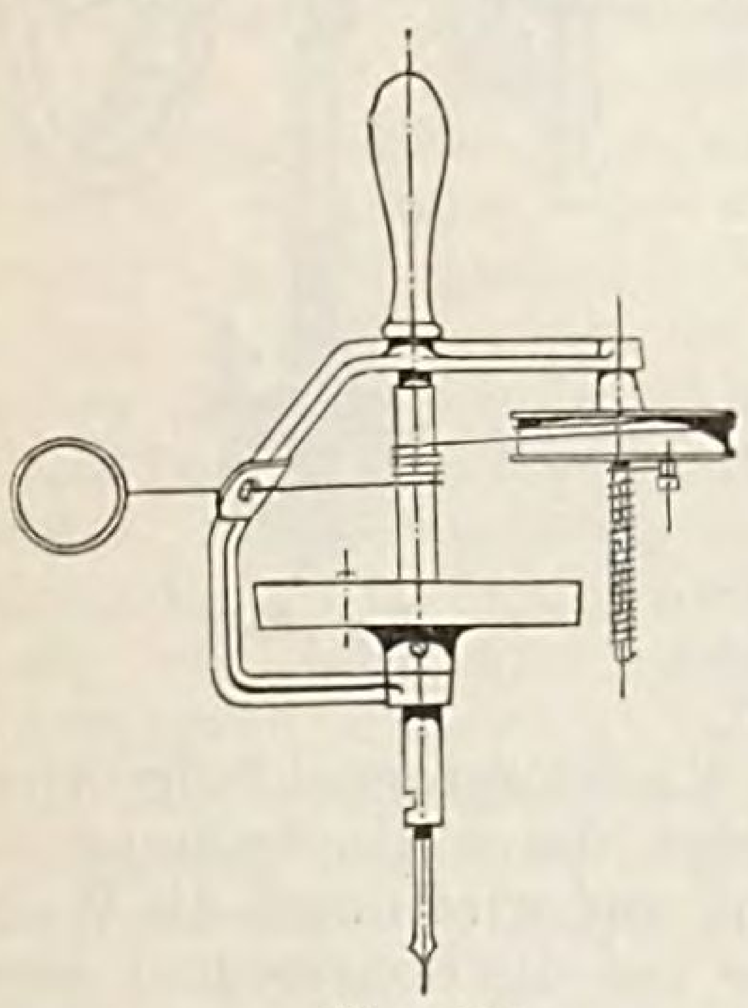


Fig. 298.

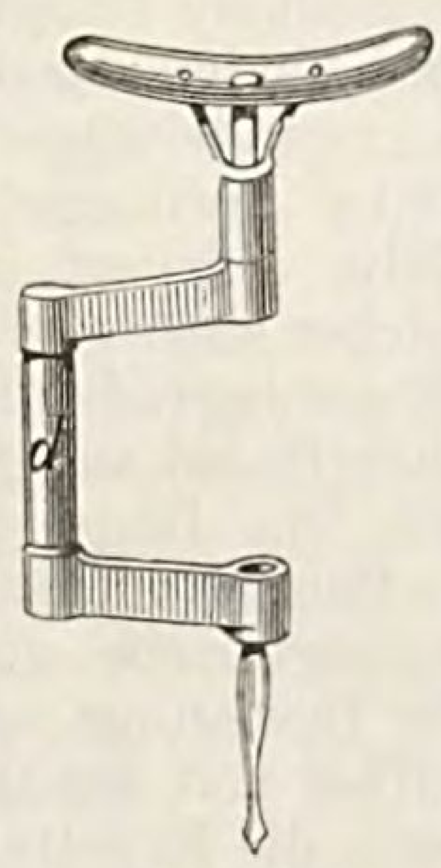


Fig. 299.

zurückgedreht. Die Drehung erfolgt durch Anziehen und Nachlassen der Schnur (Schnurspiel) und treibt die Schwingscheibe vermöge der durch das Schnurspiel erhaltenen lebendigen Kraft den Bohrer ununterbrochen in derselben Richtung, wobei der Bohrer 1500—2000 Umdrehungen in der Minute macht. Dieses Bohrgerät ist geeignet die früher angeführten Bohrapparate gänzlich zu verdrängen.

Ein einfaches Gerät ist die Brustleier (bei Verwendung für Holz Bohrwinde genannt) (Fig. 299). Dieselbe besteht aus einem doppelt gekröpften Teil, welcher unten eine Hülse zur Aufnahme des Bohrers, oben einen Knopf mit gebogener Eisenplatte besitzt, auf welch letztere meist mit der Brust der Druck ausgeübt wird. Die kontinuierliche Bewegung wird mit der Hand durch Drehung des Handgriffs *d* hervorgebracht. Ein auf ähnlichen Principien beruhendes Bohrgerät ist der in Fig. 300 dargestellte Räderbohrer; der Antrieb geschieht jedoch hier mittels einer Kurbel und wird die horizontale Bewegung durch das Zahnräderpaar

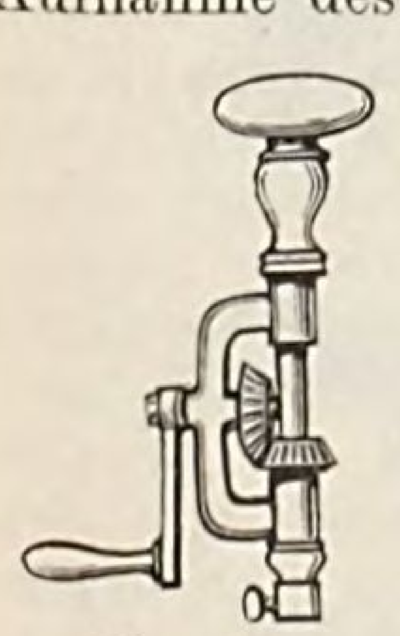


Fig. 300.

auf die Bohrspindel übertragen. Der Druck gegen das Arbeitsstück wird entweder durch Ansetzen des Knopfes an die Brust oder durch den Druck der Hand gegen denselben hervorgerufen.

Sämtliche bis nun beschriebenen Bohrgeräte finden hauptsächlich bei Herstellung kleinerer Löcher bis 8 mm Durchmesser Verwendung. Sind größere Löcher zu bohren, so müssen die Geräte kräftiger ausgeführt und zwischen Arbeitsstück und einem andern Gegenstand, etwa einem Kranausleger, eingespannt werden. In Fig. 301 ist ein derartiges Gerät, welches den Namen Bohrkurbel führt, dargestellt. Dasselbe gleicht in seinem Unterteil der Brustleier und wird auch wie diese bewegt. Am oberen Ende des doppelgekröpften Arms ist zur Befestigung mit der an dem Kranausleger befindlichen Schraubenspindel (Stellschraube) entweder eine Vertiefung oder eine Spitze angebracht und wird der Vorschub des Bohrers von Zeit zu Zeit mittels dieser Spindel, bezw. durch Drehen des Handrads bewirkt.

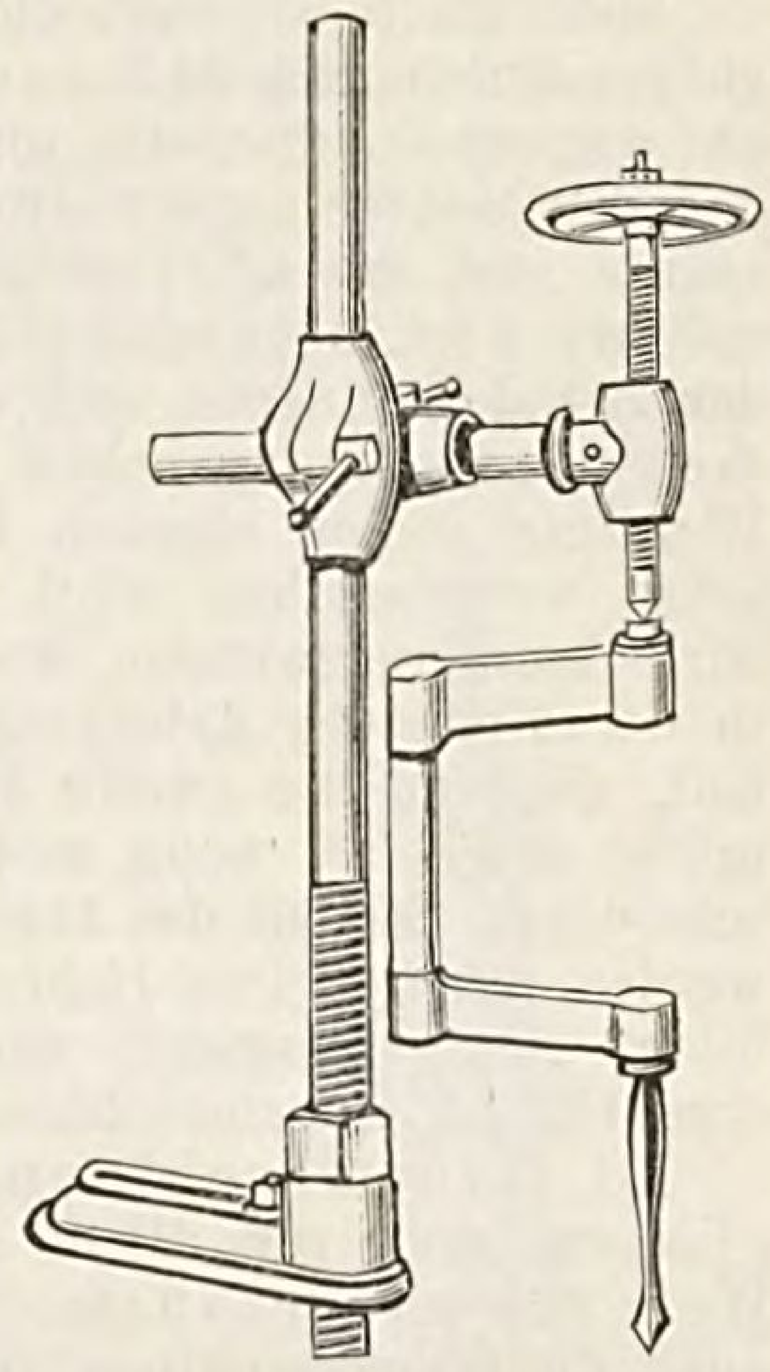


Fig. 301.

Handelt es sich darum, größere Kraftleistungen zu erzielen und Löcher in Metallgegenständen herzustellen, welche eine solche Lage haben, daß man mit keinem der besprochenen Werkzeuge gut zukommen kann, so wird die Bohrratsche, auch Bohrknarre (Fig. 302), verwendet.

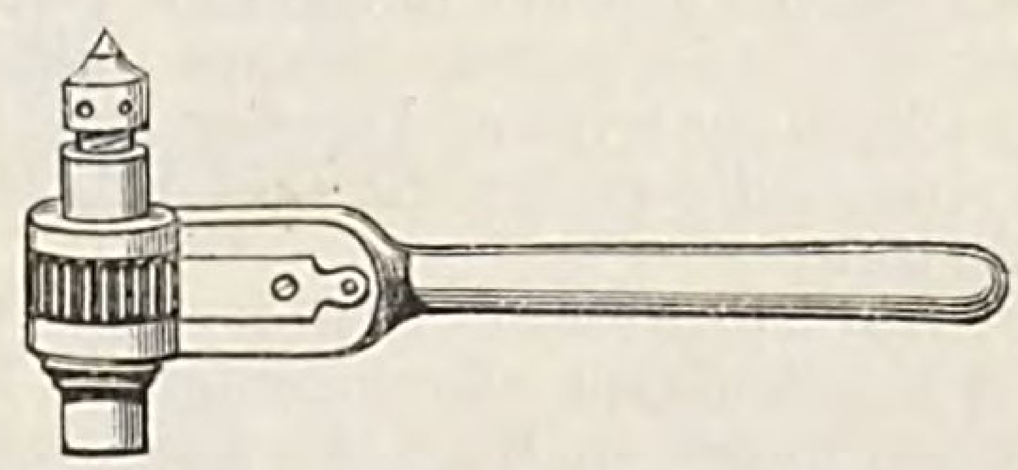


Fig. 302.

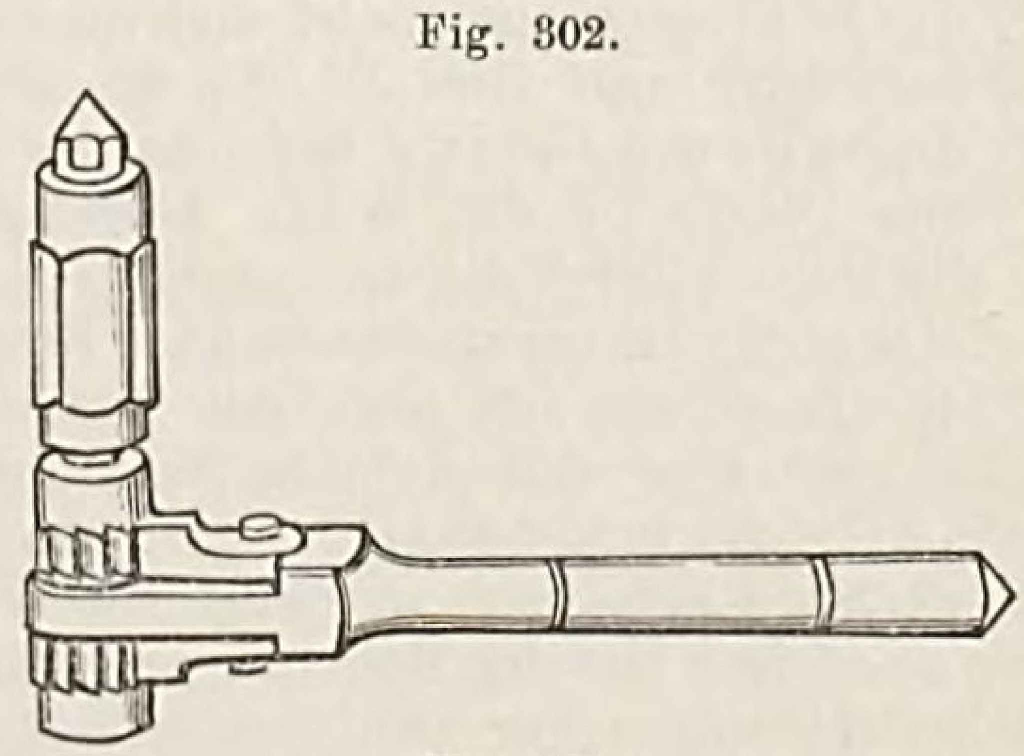


Fig. 303.

Dieselbe besteht im wesentlichen aus einem gabelförmigen Hebel, in welchem eine Spindel lose drehbar gelagert ist. In diese Spindel wird auf der einen Seite der Bohrer eingesteckt, während sich auf der andern Seite eine Spannschraube mit Körner befindet, welche den Vor-

schub des Bohrers vermittelt. Die Drehung des Bohrers wird dadurch erreicht, daß er durch ein auf der Spindel zwischen der Gabel des Hebels sitzendes Sperrrad bei der Drehung des Hebels mittels eines auf demselben befindlichen Sperrkegels in der Schneidrichtung mitgenommen wird. Der Vorschub, bezw. das Nachspannen des Bohrers erfolgt mit der Hand durch Drehung der Spannschraube. Bei der in Fig. 303 dargestellten Bohrratsche ist ein Nachspannen von der Hand nicht erforderlich, weil der Bohrer kontinuierlich selbstthätig vorgeschoben wird. Dieses letztere Bohrgerät wird bei den Eisenbahnen vielfach angewendet.

Schließlich ist noch die Drehbank (s. d.) zu erwähnen und findet auf dieser das Bohren auf zweierlei Art statt, und zwar entweder so, daß der Bohrer an der Drehbankspindel eingespannt und das Arbeitsstück ihm allmählich zugeführt wird, oder so, daß das Arbeitsstück mit der Spindel umläuft, während der Bohrer keine drehende Bewegung erhält, sondern nur in der Richtung seiner eigenen Länge in der Drehachse vorgeschoben wird. Die erste Methode wird dann angewendet, wenn ein einziges Loch in der Mitte des Arbeitsstücks gebohrt werden soll, während die zweite Methode dann zweckmäßig erscheint, wenn mehrere Löcher an verschiedenen Stellen des Arbeitsstücks hergestellt werden müssen. Das Bohren auf der Drehbank bildet den Übergang zum Bohren mit den eigentlichen Bohrmaschinen.

III. Bohrmaschinen. Die Bohrmaschinen gliedern sich vor allem in Metall- und in Holzbohrmaschinen. So verschiedenartig auch die Bohrmaschinen gebaut sind, so lassen sie sich doch nach den besonderen Zwecken, welchen sie dienen, zunächst wieder in zwei Hauptgruppen teilen, und zwar in solche, welche bestimmt sind, in einen massiven Körper ein Loch zu bohren (das den Lochraum ausfüllende Material auszubohren), und in solche, welche dazu dienen, einen cylindrischen Raum auszubohren, bezw. ein Rohr oder einen Cylinder so nachzuarbeiten, daß die Innenfläche genau cylindrisch ist. Die erstere Gruppe bilden die Lochbohrmaschinen, kurzweg auch Bohrmaschinen, die zweite die Cylinderbohrmaschinen.

Die Lochbohrmaschinen sind wieder in ihrer Konstruktion sehr mannigfach. Findet der Antrieb durch die Hand des Arbeiters statt, so daß die Bohrmaschine nicht viel anderes als ein Räderbohrer mit Gestell ist, so wird sie als Handbohrmaschine bezeichnet; ist sie durch eine Platte an der Wand befestigt und erhält die Bohrspindel die rotierende (eventuell auch gleichzeitig die fortschreitende) Bewegung durch die Transmission, und ist ferner jener Teil, auf welchem das Arbeitsstück befestigt wird (Bohrtisch) unabhängig, z. B. am Boden der Werkstätte befestigt, so heißt sie Wandbohrmaschine; ist der Bohrmechanismus und der Bohrtisch auf einer Säule oder auf einem gußeisernen Ständer befestigt, so nennt man sie Säulen- oder freistehende Bohrmaschine; wird der Bohrmechanismus von einem drehbaren eisernen Arm getragen und kann der Mechanismus längs desselben verschoben werden, so führt die Maschine den Namen Radialbohrmaschine. Gestattet die Bohrwelle nicht allein die rotierende und in ihrer Längsrichtung die fortschreitende Bewegung, sondern kann die Bohrwelle auch parallel verschoben werden, so ist es möglich, sogenannte Langlöcher zu bohren, also Schlitze in Wellen auszuarbeiten, wie solche beispielsweise zur Aufnahme von Keilen häufig gebraucht werden. Solche Maschinen heißen Langlochbohrmaschinen. Außerdem giebt es noch eine Reihe von Specialbohrmaschinen für ganz besondere Zwecke, wie z. B. Schienen-, Waggonräder-, Radreifenbohrmaschinen etc.

Bei der größten Zahl der Lochbohrmaschinen steht die Bohrspindel vertikal und erlangt einerseits eine rotierende, andererseits eine fortschreitende Bewegung, durch welch letztere auch der Bohrer den erforderlichen Druck auf das Arbeitsstück empfängt. Man nennt solche Maschinen auch Vertikalbohrmaschinen.

Die einfachste Form einer solchen ist die Handbohrmaschine (Fig. 304). Bei derselben ist der eigentliche Bohrer mittels einer Stellschraube an einer Eisenstange befestigt, an deren unterem Ende sich zur Festklemmung an der Werkbank oder auf dem Arbeitsstück verstellbare Fußplatten befinden. In dem Bohrspindelträger ist eine horizontale Welle gelagert, auf welcher einerseits ein Schwungrad mit Kurbelhebel, andererseits ein Bügel mit der Bohrspindel samt Konusgetriebe und Vorschubvorrichtung sitzt. Die Bewegung erfolgt durch Umdrehung der Kurbel von der Hand und wird durch die Welle, sowie die Kegelräder auf die Bohrspindel übertragen. Der Vorschub des Bohrers erfolgt mittels des Handrädchens, bezw. der an demselben befestigten Schraubenspindel mit Greifapparat, welche mit der Bohrspindel durch Stift und Nut gekuppelt ist; hierdurch ist die Drehung der Bohrspindel und der Vorschubspindel unabhängig voneinander.

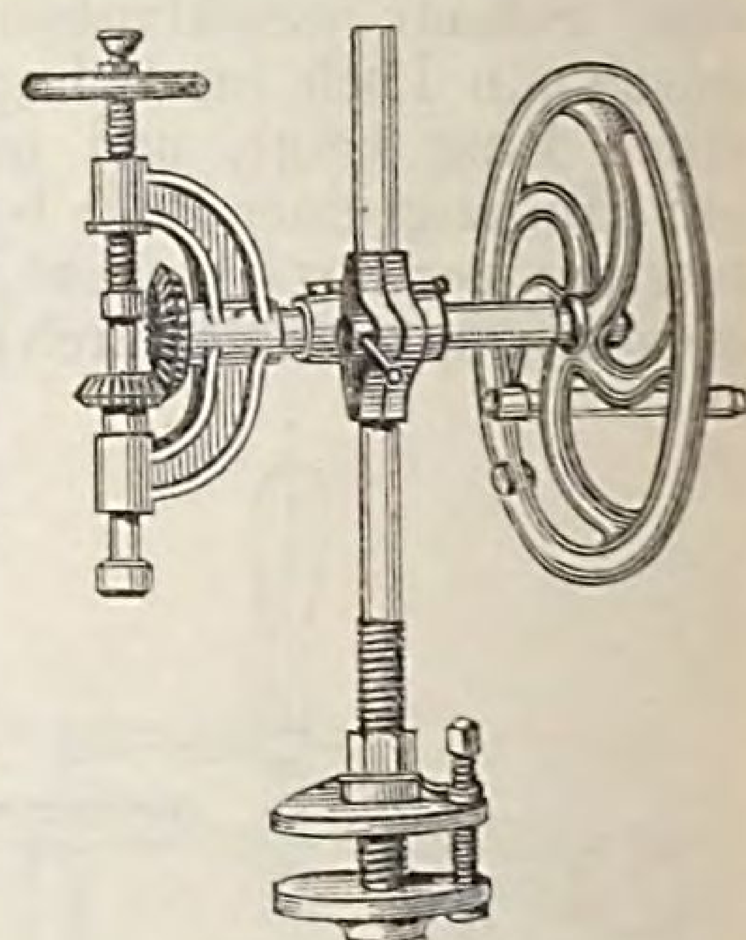


Fig. 304.

Solche Maschinen werden auch in anderer Form ausgeführt und ist speciell jene Konstruktion vielfach in Gebrauch, bei welcher der ganze Apparat an einem einzigen Gußstück befestigt ist. — Die in Fig. 305 dargestellte Handbohrmaschine besitzt einen auf der Werkbank aufzustellenden Gußständer, an dessen unterem Ende zur Befestigung des Arbeitsstücks entweder ein Schraubstock angebracht ist oder aber auch ein Bohrtisch sich befindet. In dem Gußständer ist die ver-

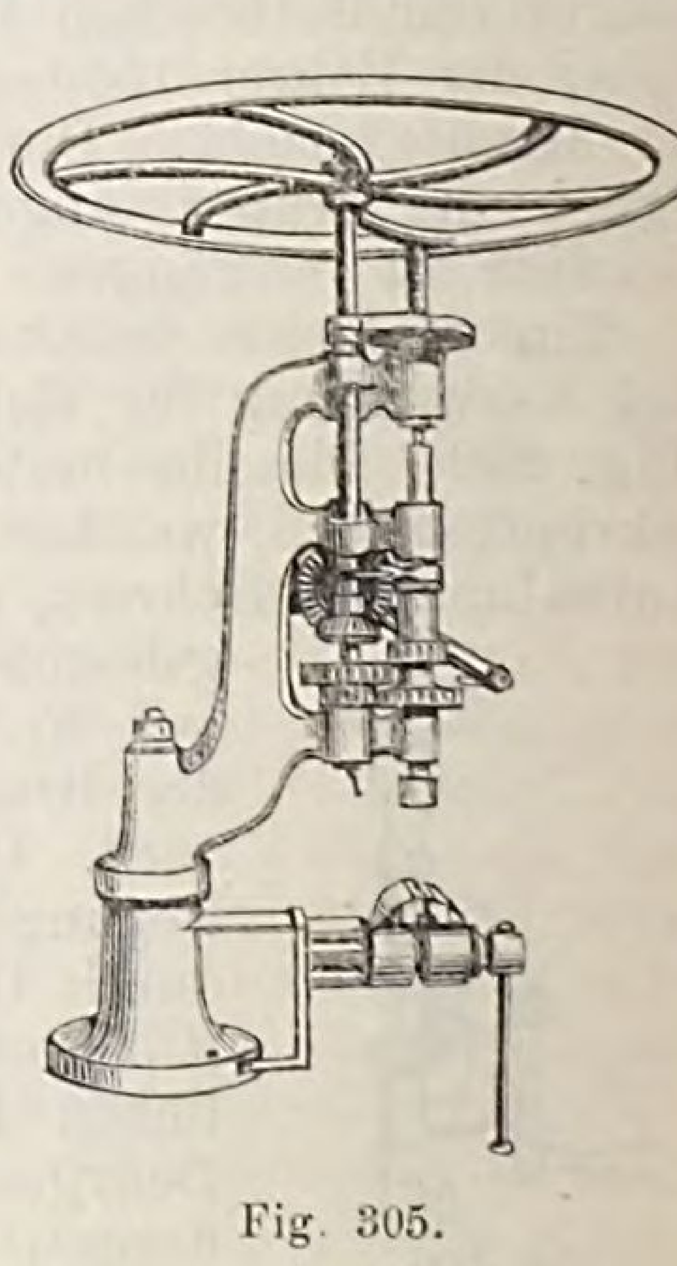


Fig. 305.

tikale Bohrspindel, die horizontale Kurbelwelle und eine Zwischenwelle für Räderübersetzung gelagert. Die Bohrspindel ist zweiteilig und trägt unten den Bohrkopf, während der Oberteil außen ein Gewinde besitzt. Beide Teile lassen sich auch hier unabhängig voneinander drehen, während sie, wenn miteinander gekuppelt, die Auf- und Abbewegung zusammen machen müssen. Der Vorschub erfolgt von Hand oder selbstthätig mittels Excenterbewegung auf ein über dem Ständer befindliches Sperrrad, welches auf der Bohrspindel sitzt, in einer innen befindlichen Keilnut gleitet und bei der Drehung durch den Sperrkegel die Bohrspindel vorschiebt. Nach Auslösung des Sperrkegels kann die Spindel von der Hand geschoben werden. Der Vorschubapparat wird im allgemeinen sehr verschieden ausgeführt und zwar entweder mit einer Schraubenspindel, durch Schnecke, Zahnstange oder auch durch einen Fußtritt mit entsprechender Hebelübersetzung, manchmal auch mittels Handhebels. Der Antrieb geschieht mittels der Kurbel und wird die Bewegung durch die auf der Zwischenwelle sitzenden Schrägräder auf die Bohrspindel mit Stirnrädern übertragen und sind gewöhnlich zwei Räderübersetzungen für verschiedene Umdrehungsgeschwindigkeiten des Bohrers vorhanden. Zur Regulierung der Geschwindigkeit wird je nach Bedarf das eine oder das andere der auf der Zwischenwelle sitzenden Räder entsprechend eingerückt. Zum Ausgleich der Geschwindigkeit ist an der Zwischenwelle ein horizontal gelagertes Schwungrad angebracht.

Mit diesen Handbohrmaschinen, welche sich besonders für kleinere Reparaturwerkstätten (Heizhäuser) eignen, können Löcher bis zu 35 mm Durchmesser gebohrt werden. Außer den vorgeführten Typen werden Handbohrmaschinen auch als Wandbohrmaschinen und als Säulenbohrmaschinen ausgeführt.

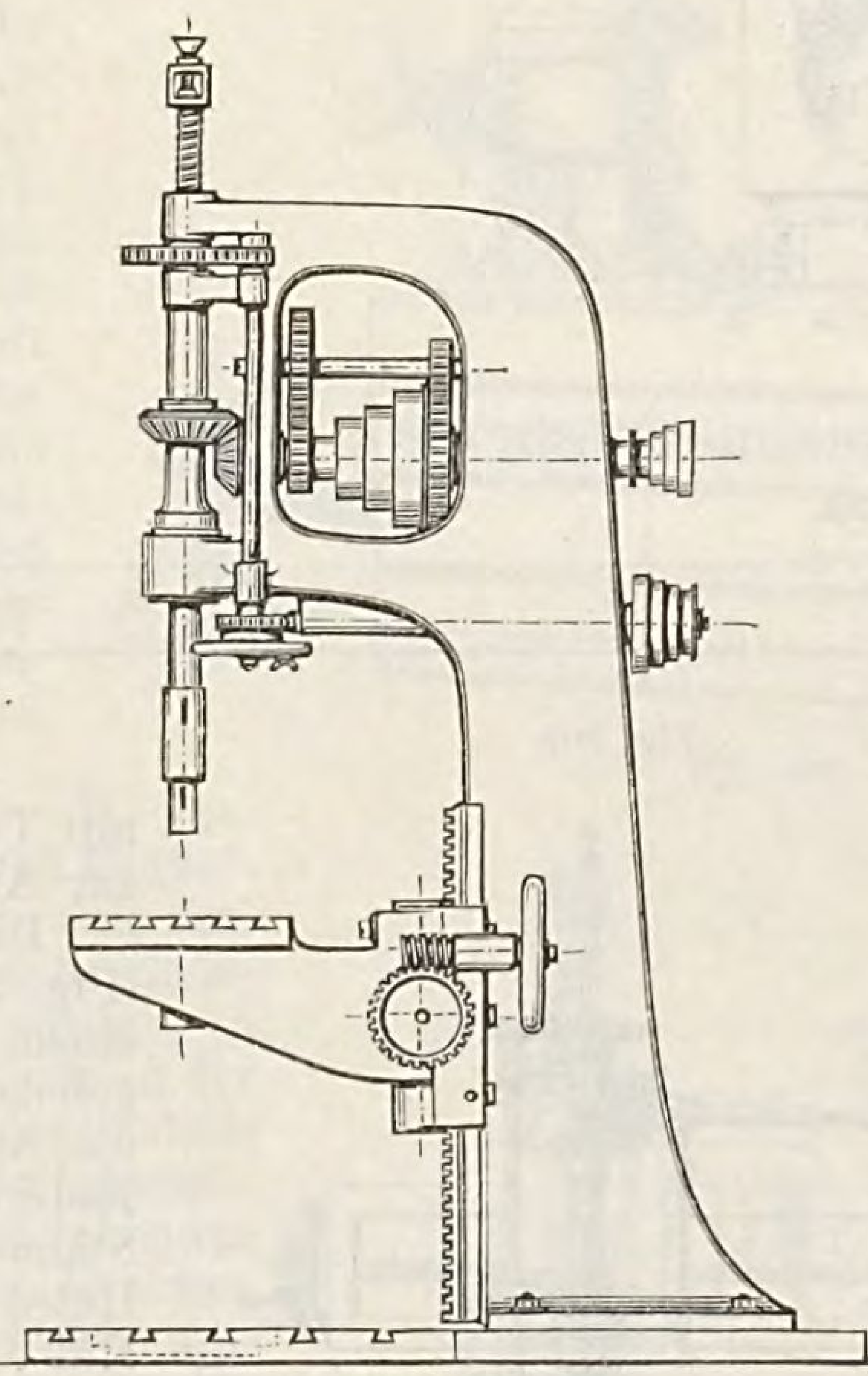


Fig. 306 *a*.

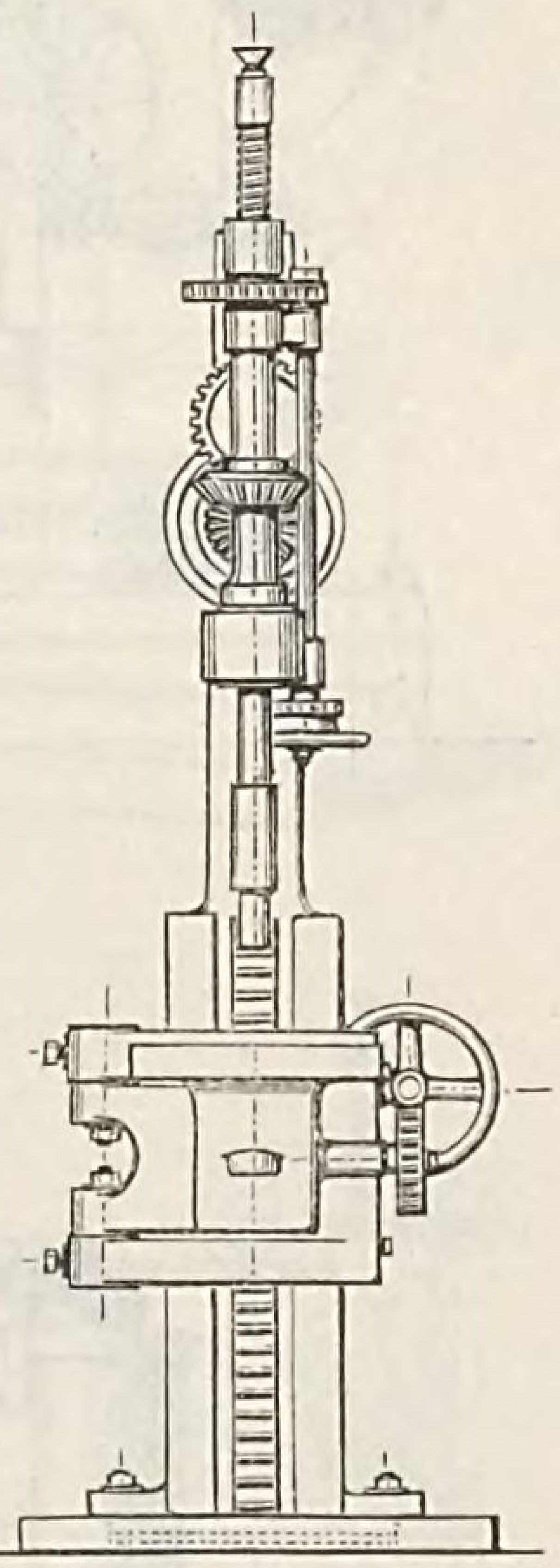


Fig. 306 *b*.

Im Princip ähnlich mit den vorstehenden Bohrmaschinen sind die freistehenden Bohrmaschinen; dieselben sind jedoch größer und kräftiger gebaut und erfolgt der Antrieb durch motorische Kraft mittels Riemen. In Fig. 306 *a*, *b* ist eine derartige Bohrmaschine dargestellt. Der Bohr- und Vorschubmechanismus ist auf einem schweren gußeisernen Ständer montiert, welcher meist auf einer Gerinnplatte aufgestellt ist, auf welcher man höhere schwere Arbeitsstücke aufstellen und befestigen kann. Für die Befestigung kleinerer Arbeitsstücke dient der am unteren Teil des Ständers angebrachte Bohrtisch, welcher entweder durch eine Zahnstange mit Getrieb in einer Prismenführung oder durch eine Schraubenspindel mit Schrägräderübersetzung, je nach der Höhe des Arbeitsstücks, auf- und niederbewegt werden kann. Behufs Ermöglichung der Aufstellung eines Arbeitsstücks auf der Grundplatte sind die Tische mit Kreuzsupport und ganz zur Seite drehbar eingerichtet. Manchmal ist auch die Einrichtung getroffen, daß für noch höhere Arbeitsstücke vor dem Ständer eine Vertiefung hergestellt ist. Was nun den Bohrmechanismus anbelangt, so wird die Bohrspindel durch Schrägräder, welche mittels einer Stufenscheibe mit doppeltem oder ohne Rädervorgelege in Drehung gesetzt werden, betrieben. Die Bohrspindel trägt am unteren Ende den Bohrkopf zur Aufnahme des Bohrers; sie ist im Ständer konisch nachstellbar gelagert und oben abgesetzt. Auf dem verjüngten Teil ist eine mit Schraubengewinde versehene Hülse aufgesteckt und diese mit der Bohrspindel so verbunden, daß beide unabhängig voneinander gedreht, aber nur miteinander gehoben oder gesenkt werden können. Der Vorschub des Bohrers erfolgt mittels Excenterbewegung oder mit Riemenstufenscheiben und Schnecke, kann aber nach Auslösung des Steuerungsmechanismus auch mittels eines Griffrads direkt von Hand bewirkt werden, so daß der Arbeiter nach Vollendung eines Lochs den Bohrer rasch in die Höhe heben kann. Die Antriebsvorgelege können durch seitliche Verschiebung oder infolge excentrischer Lagerung durch Drehung aus- und eingerückt werden, je nachdem eine kleinere oder größere Kraft erfordert wird, d. h. je nachdem kleinere oder größere Bohrungen ausgeführt werden sollen.

Diese Bohrmaschinen haben insoferne eine beschränkte Verwendung, als die Ausladung der Bohrspindel eine konstante und daher auch die Entfernung der Löcher vom Rand des Arbeitsstücks (bis circa 700 mm) begrenzt ist. Um Löcher in größeren Entfernungen vom Rand des Arbeitsstücks bohren zu können, muß somit die Ausladung eine größere sein und erscheint es vielfach auch wünschenswert, den Bohrer nach jeder beliebigen Stelle des Arbeitsstücks bringen zu können; dies ist nur möglich, wenn derselbe außer in vertikaler, auch noch in horizontaler Richtung bewegt werden kann. Für einen solchen Fall muß die Maschine derart eingerichtet sein, daß eine Drehung des Bohrers

um eine vertikale Achse und eine Verschiebung von und nach der Achse, bezw. eine kreisförmige und radiale Bewegung stattfinden kann. Bohrmaschinen, welche dieser Anforderung entsprechen, nennt man Radialbohrmaschinen, ihrer Form halber auch Kranbohrmaschinen.

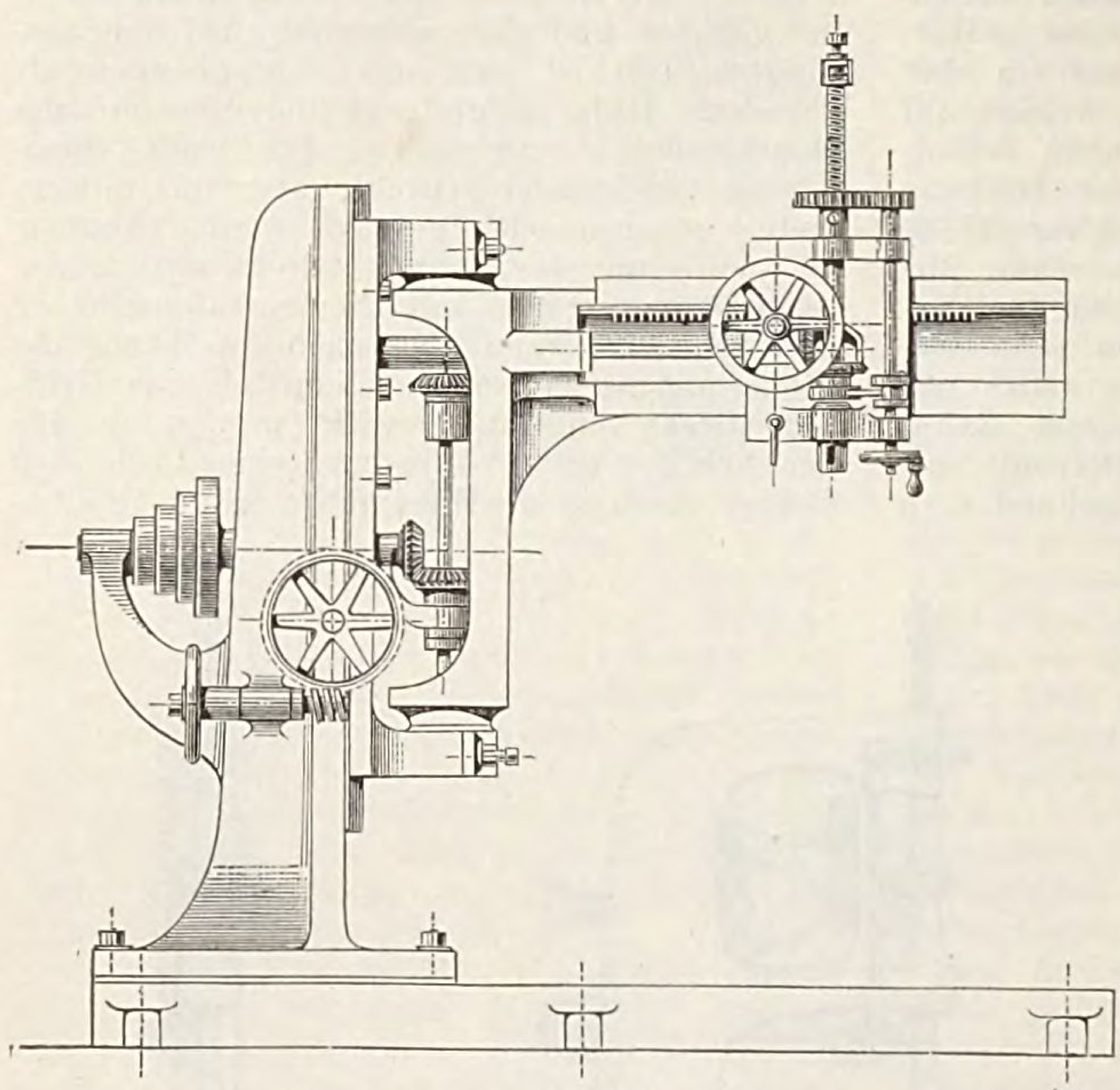


Fig. 307.

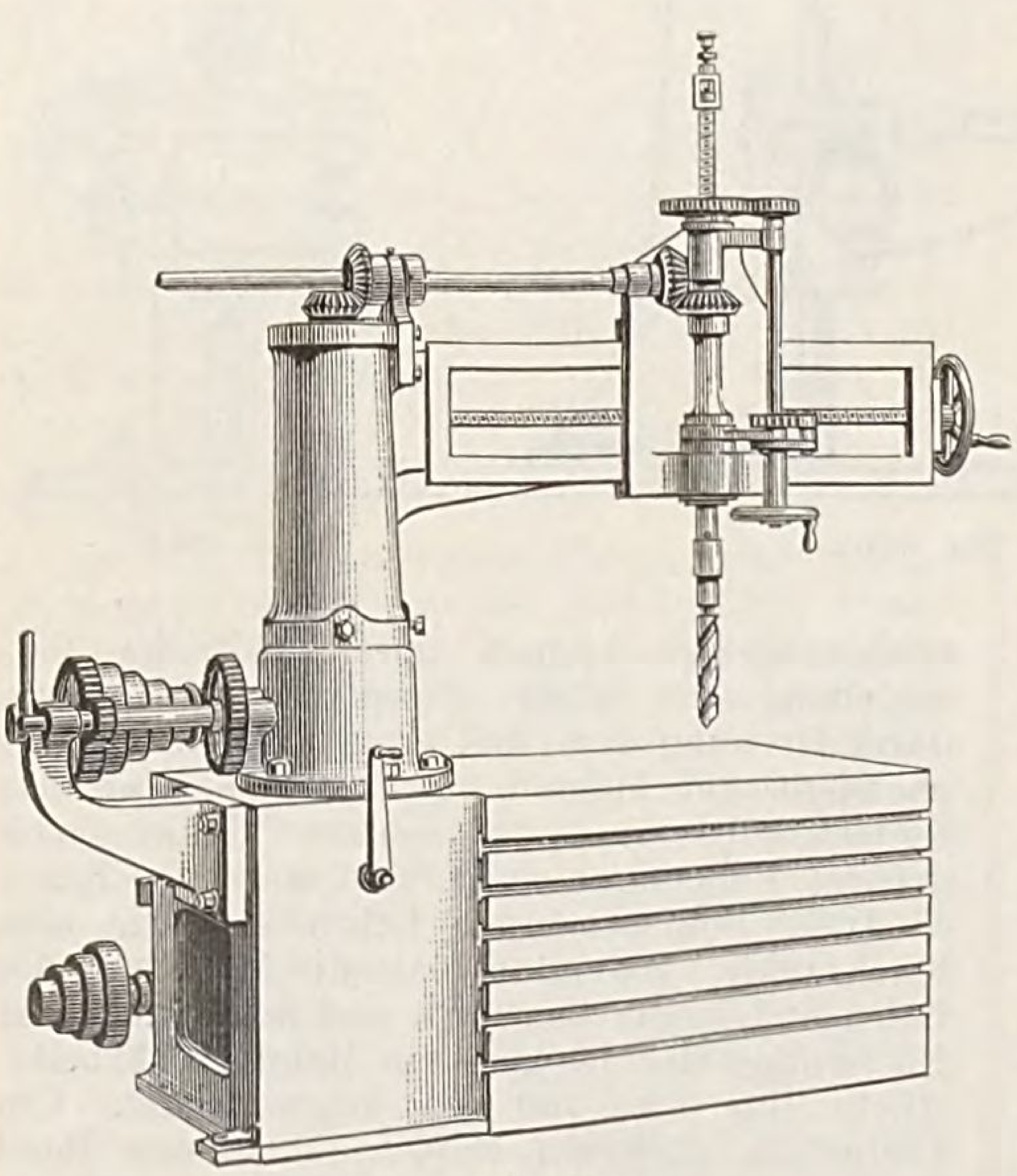


Fig. 308.

Von den freistehenden Radialbohrmaschinen sind besonders hervorzuheben die Konstruktionen von Whitworth, von Fairbairn und von Frariep.

Die Bohrmaschine System Whitworth (Fig. 307) besteht im wesentlichen aus einem kräftigen Ständer, auf dessen einer Seite der radiale Arm in einem besonderen Schlitten vertikal verstellbar, und weiters um zwei darin gelagerte vertikale Zapfen drehbar ist. Das System Fairbairn (Fig. 308) unterscheidet sich von dem vorherbeschriebenen hauptsächlich dadurch, daß sich der Ausleger um eine sehr starke, feststehende cylindrische Säule verdrehen und auf dieser entweder direkt, oder in einer eigenen Prismenführung verschieben läßt.

Der Bohrspindelschlitten ist längs der Ausleger entweder durch Zahnstange oder Schraubenspindel mit Handrad oder Kurbel verschiebbar. Die Bohrspindel wird auch hier konisch nachstellbar gelagert, wodurch die richtige Lage derselben stets gesichert bleibt. Der Niedergang der Bohrspindel erfolgt selbstthätig, entweder durch Excenter und Sperrrad, oder durch Schnecke mit Riemenantrieb. Die Bewegung wird von der Stufenscheibe entweder ohne Rädervorgelege direkt oder mit auslösbarem Rädervorgelege und mittels Schrägräderpaaren auf die horizontale, im Ausleger befindliche Welle (wie in Fig. 306 und 307 ersichtlich) übertragen. Diese Gattungen Bohrmaschinen werden häufig auf gehobelten großen Grundplatten oder kastenförmigen gußeisernen Untersätzen gestellt, welche mit T-förmigen Schlitzen versehen sind und zur Aufstellung der Bohrstücke dienen.

Die Frariep'sche Radialbohrmaschine (Fig. 309) ist derart eingerichtet, daß auf einem ebenfalls mit T-Schlitzen versehenen gehobelten Untersatz, auf welchem seitlich die Antriebsstufenscheibe und eventuell die Rädervorgelege angebracht sind, ein kräftiger Ständer steht, an welchem sich eine drehbare Hülse befindet. In dem oberen Ende dieser Hülse ist ein kreisrunder rohrartiger, radialer Arm mittels einer Schraubenspindel horizontal verschiebbar und ist an der Stirnseite des Arms der Bohrzeugträger angebracht, welcher abermals mit Schnecke und Rad verdrehbar ist. Mit dieser Maschine können somit nicht nur vertikal, sondern unter jedem beliebigen Winkel Löcher gebohrt werden. Diese Radialbohrmaschinen werden in Eisenbahnwerkstätten besonders in Kesselschmieden vielfach verwendet, indem mit denselben Löcher unter jedem Winkel gebohrt werden können, ohne daß die Arbeitsstücke bei jedem Loch gewendet werden müssen. Zur Erreichung dieses Ziels war man auch bestrebt, die beiden erstgenannten Radialbohrmaschinen entsprechend zu rekonstruieren, und macht bei denselben nun vielfach den Auslegerarm zweiteilig, und zwar derart, daß der eine Teil um eine vertikale, der andere, den Bohrer tragende Teil, um eine horizontale Achse gedreht werden kann.

Besonders verwendbar für Kesselschmieden sind die unter dem Namen Multiplexbohrmaschinen bekannten Maschinen, mit welchen

gleichzeitig mehrere Löcher in ein Arbeitsstück gebohrt werden können, indem sie mit zwei, drei, vier oder mehr Bohrspindeln arbeiten. Sie bestehen meist aus zwei Ständern mit einem horizontalen Querbett, auf welchem die betreffende Anzahl Bohrzeugträger in Prismen verschiebbar sind, und einem unten angebrachten, mit Schrägrädern und Spindeln vertikal an den Ständern verschiebbaren Aufspanntisch. Die Bohrzeugträger sind für sich verschiebbar, indem eine cylindrische, eingelagerte, sowie aufgeschnittene Stellmutter längs einer am Querbett hinlaufenden Schraubenspindel gedreht und erst nach richtiger Stellung festgeklemmt wird. Gleichzeitig werden durch die erwähnte Schraubenspindel die Bohrzeugträger durch den am Ende derselben angebrachten Steuerungsmechanismus verschoben. Hierdurch ist man in die Lage versetzt, Reihen von Nieten in immer gleichbleibenden Entfernungen zu bohren, ohne daß mehr als die ersten eingeteilt zu werden brauchen. Der Antrieb der Spindeln erfolgt gemeinschaftlich durch eine horizontale Achse mittels Schwungrädern und der selbstthätige vertikale Vorschub derselben durch Schneckenräder mit Schnecke. Oberhalb der Schneckenräder sind auf den Bohrspindeln auslösbare Handräder angebracht, um die Vertikalverschiebung auch von Hand vornehmen zu können. Der Antrieb der Vorschubwelle erfolgt von der Bohrspindelantriebswelle aus und ist meist ein- und ausrückbar hergestellt.

Bei den Bohrmaschinen ist es oft notwendig, auf besondere Verhältnisse und Bedürfnisse Rücksicht zu nehmen, wodurch sich verschiedenfache Abänderungen der bisher beschriebenen Maschinen ergeben, welche weniger in der konstruktiven Ausbildung des B. als in der äußeren Gestaltung und Anordnung des Gestells zum Ausdruck kommen. So kann es vorkommen, daß wegen Platzmangel keine freistehenden Maschinen Verwendung finden können. In einem solchen Fall verwendet man Wandbohrmaschinen (Wandradialbohrmaschinen), wie eine solche in Fig. 310 dargestellt ist, oder man verwendet einfache Säulenbohrmaschinen, bei denen der Ständer eine runde Säule darstellt. Aus ökonomischen Rücksichten und um Platz zu sparen führt man häufig auch zwei Bohrmaschinen an einem Ständer als doppelte freistehende Bohrmaschinen aus.

Was die Langlochbohrmaschinen betrifft, so ist die Wirkungsweise des Werkzeugs ähnlicher dem Fraisen; dieselben sind daher nicht unter die eigentlichen Bohrmaschinen zu zählen und werden separat behandelt werden.

Die Cylinderbohrmaschinen dienen dazu, bei Arbeitsstücken, welche bereits eine cylindrische Öffnung besitzen, diese, durch Schneidwerkzeuge auf die erforderliche Weite und genaue Form zu erweitern, auszubohren. Das Ausbohren erfolgt, indem man eine oder mehrere radial gestellte Schneiden entweder in einer um ihre Achse drehbaren Spindel, Bohrstange oder Bohrwelle, oder in einem Bohrkopf befestigt und sie langsam durch die auszubohrende Öffnung führt. Die Drehung der Messer um eine Achse wird stets vom Werkzeug ausgeführt, während der Vorschub in der Richtung der Achse entweder vom Werkzeug oder aber vom Arbeitsstück bewirkt wird. Die Schneiden bleiben beim Bohren ununterbrochen in Eingriff. Wird mit einem Bohrkopf gearbeitet, so werden je nach Bedarf zwei bis acht Messer

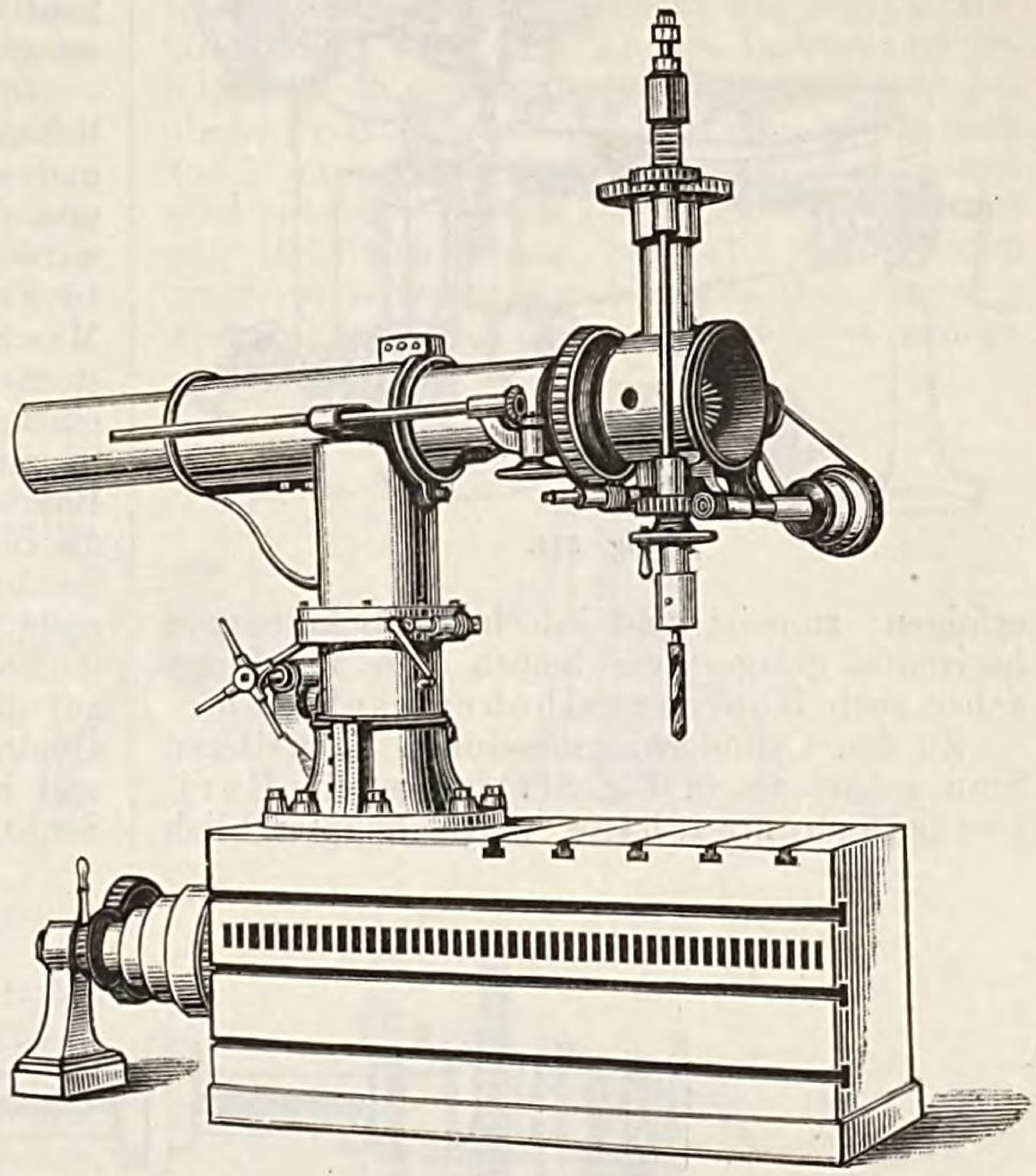


Fig. 309.

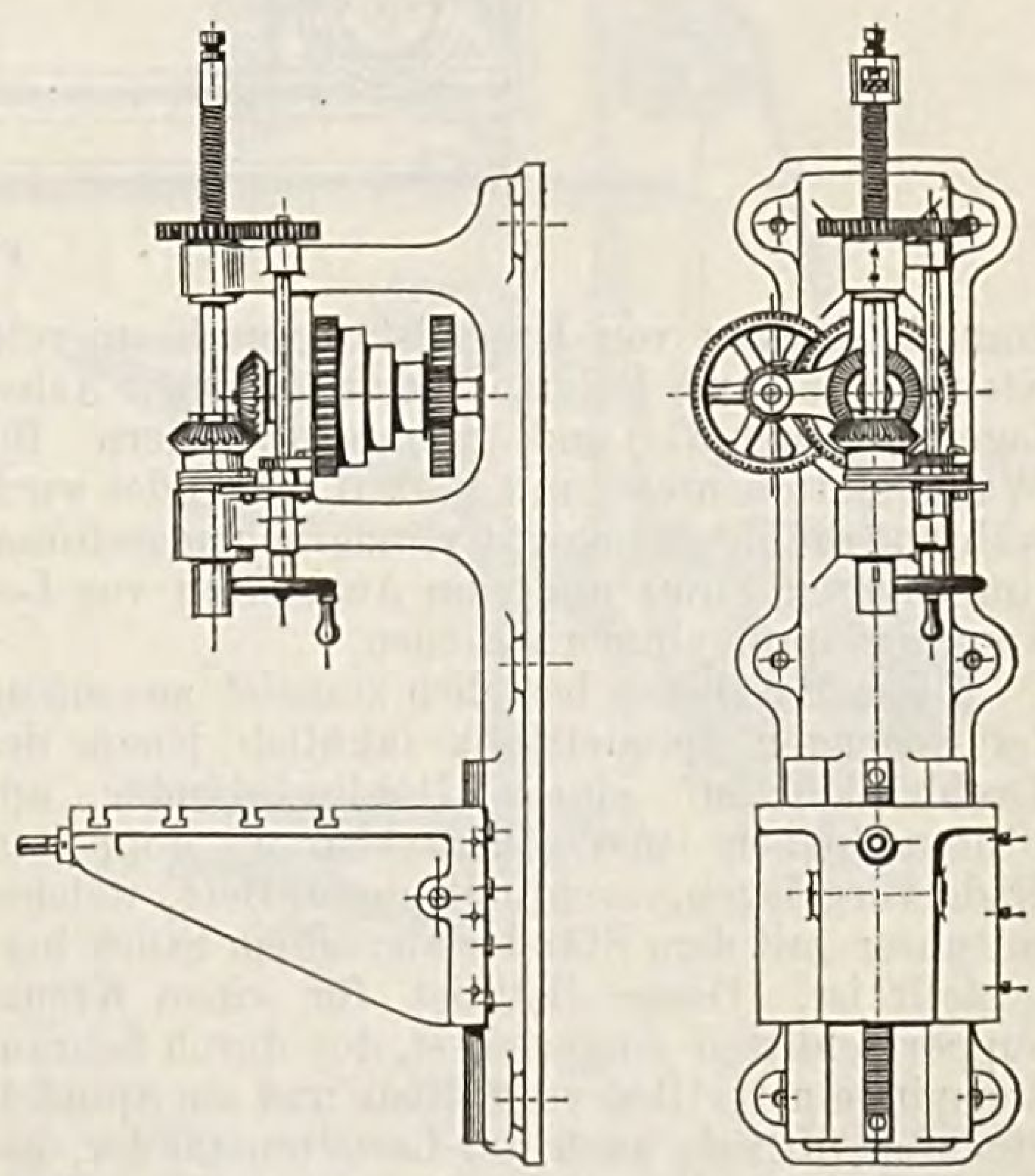


Fig. 310.

verwendet; hierdurch wird einerseits die Arbeit beschleunigt, andererseits aber auch ein Verbiegen der Bohrwelle, wodurch unrunde Löcher entstünden, hintangehalten. Die Befestigung der Messer erfolgt bei Bohrstangen durch Einstecken in einen Schlitz und Anziehen mittels eines Keils oder einer Stellschraube; in ähnlicher Weise werden die Messer in den Bohrköpfen

befestigt, welche für Bohrungen über 200 mm verwendet werden. Die Lage der Bohrstangen oder Wellen kann eine vertikale sein, und deren Antrieb durch gewöhnliche freistehende (s. Radnabenbohrmaschine) oder Wandbohrmaschinen

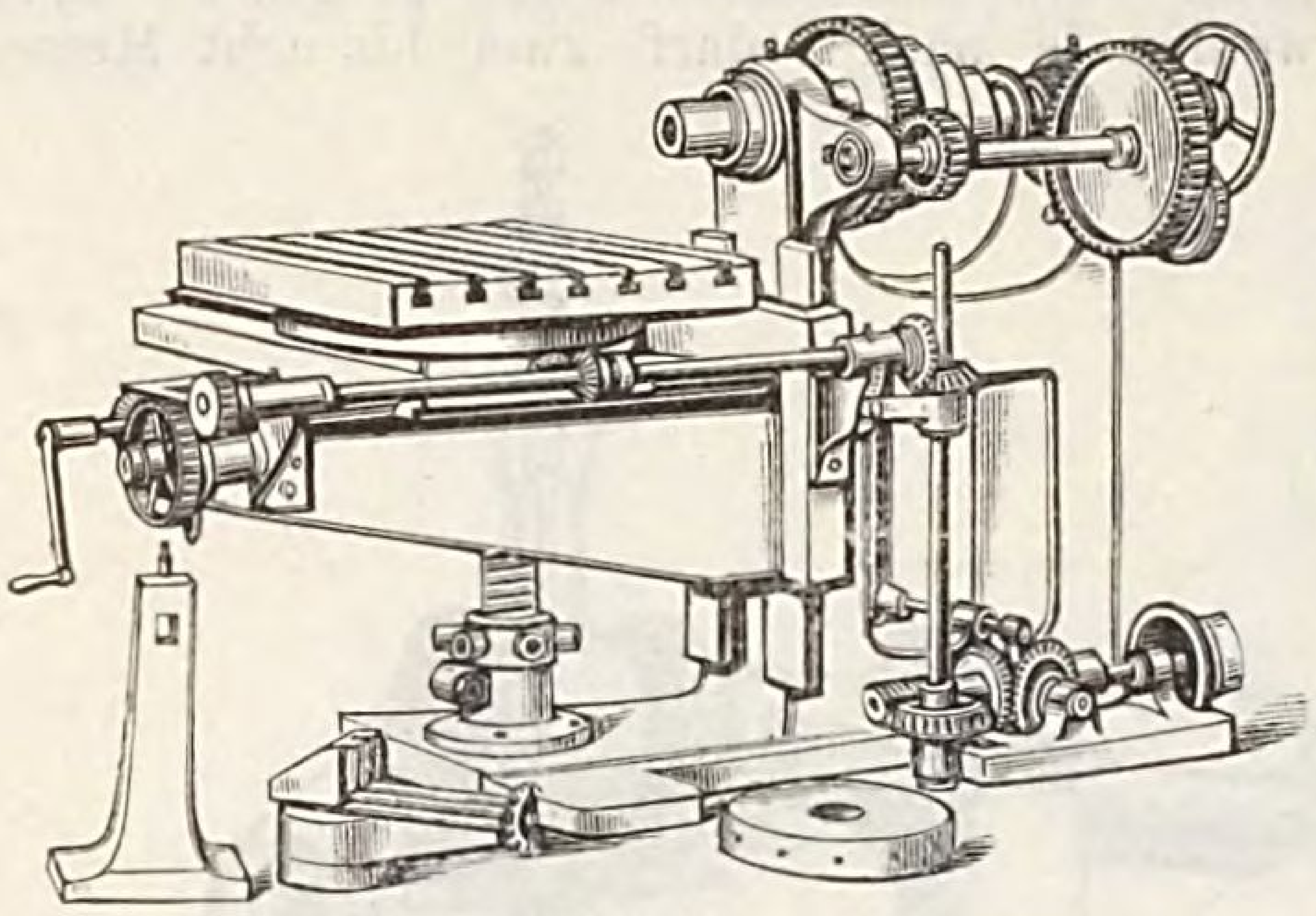


Fig. 311.

erfolgen; zumeist sind jedoch die Bohrstangen horizontal gelagert und heißen diese Maschinen daher auch Horizontalbohrmaschinen.

Zu den Cylinderbohrmaschinen im weiteren Sinn gehört die in Fig. 311 dargestellte Horizontalbohrmaschine, welche hauptsächlich zum Ausbohren von Kuppelstangenscharnieren, Steuerungs- und Balancierbestandteilen, Achslagern, Dampf- und Pumpencylindern für Wasserstationen etc., mit Vorteil verwendet wird, während die eigentlichen Cylinderbohrmaschinen (im engeren Sinn) nur zum Ausbohren von Lokomotivdampfcylindern dienen.

Diese Maschinen bestehen zumeist aus einem feststehenden Spindelstock (ähnlich jenem der Drehbänke) auf einem Hohlgußständer mit Stufenscheiben und ausrückbaren doppelten Rädervorgelegen, eventuell einem Bett, welches mitunter mit dem Ständer aus einem Stück hergestellt ist. Dieses Bett ist für einen Kreuzsupportschlitten eingerichtet, der durch Schraubenspindeln vertikal verstellbar und am Spindelstockfuß, oftmals auch am Lunettenständer, geführt ist. Der Kreuzsupport erhält eine selbstthätige Bewegung, um das Arbeitsstück entsprechend einstellen und verschieben zu können. Die Spindelstockspindel ist hohl und läuft in derselben eine Bohrstange mit selbstthätigem Vorschub, welcher entweder durch Differenzialräder, Stufenscheiben, Schnecke und Schneckenrad oder Zahnstange mit ausrückbarem Getriebe erreicht wird, so daß die Bohrspindel, bezw. Bohrstange, nach Auslösung der Vorschubsteuerung mittels eines am Ende der Bohrspindel befindlichen Griffrads zurückgezogen werden kann. Auf den Support läßt sich manchmal ein gewöhnlicher Drehbanksupport aufspannen und auf der Antriebspindel eine Planscheibe aufschrauben, wodurch diese Bohrmaschine nach Ausschaltung der Vorschubsteuerung als Drehbank, und wenn statt der Planscheibe ein Fraiskopf aufgespannt wird, auch als Fraismaschine verwendet werden kann.

Die Cylinderbohrmaschinen im eigentlichen Sinn, welche zum Ausbohren der Lokomotivcylinder auf den richtigen Durchmesser und zum Überdrehen der Flantschen verwendet werden, sind stets horizontale Bohrmaschinen. In Fig. 312 ist eine solche dargestellt. Diese Maschinen bestehen in der Regel aus einem starken Bett mit T-Schlitzen, auf welchem an einem Ende ein kürzerer Spindelstock steht, der in einem oder zwei cylindrischen Lagern die Bohrspindel trägt, während an dem andern Ende die Bohrspindel in einem einfachen Lagerständer geführt ist. Im Spindelstock befindet sich senkrecht zur Bettlänge eine Welle mit Antriebstufenscheibe und Schnecke, welch letztere das auf der Bohrspindel sitzende Schneckenrad in Umdrehung versetzt. Die Bohrspindel ist hohl, und hat auf der einen Seite einen ausgehobelten Schlitz und in ihrer Mitte eine Schraubenspindel, welche durch eine in jenem Schlitz geführte Mutter mit dem Bohrkopf in Verbindung steht. Beim Bohren dreht sich die Bohrspindel, und wird der sich mitdrehende Bohrkopf mit seinen zwei eingespannten Messern gleichzeitig vorgeschoben. Der Vorschub erfolgt vom äußeren Spindelstockende aus durch Differenzialräder oder eine andere entsprechende Steuerung. Mit dem Bohrkopf, bezw. den an ihm befestigten Messern wird die innere Cylinderfläche der Dampfcylinder hergestellt, während das Abdrehen der Cylinderflantschen mittels eines separaten Supports besorgt wird, welcher auf die Bohrspindel aufgesteckt und in achsialer Richtung mit einer Schraubenspindel, sowie daran befestigtem Steuerungsstern verbunden ist.

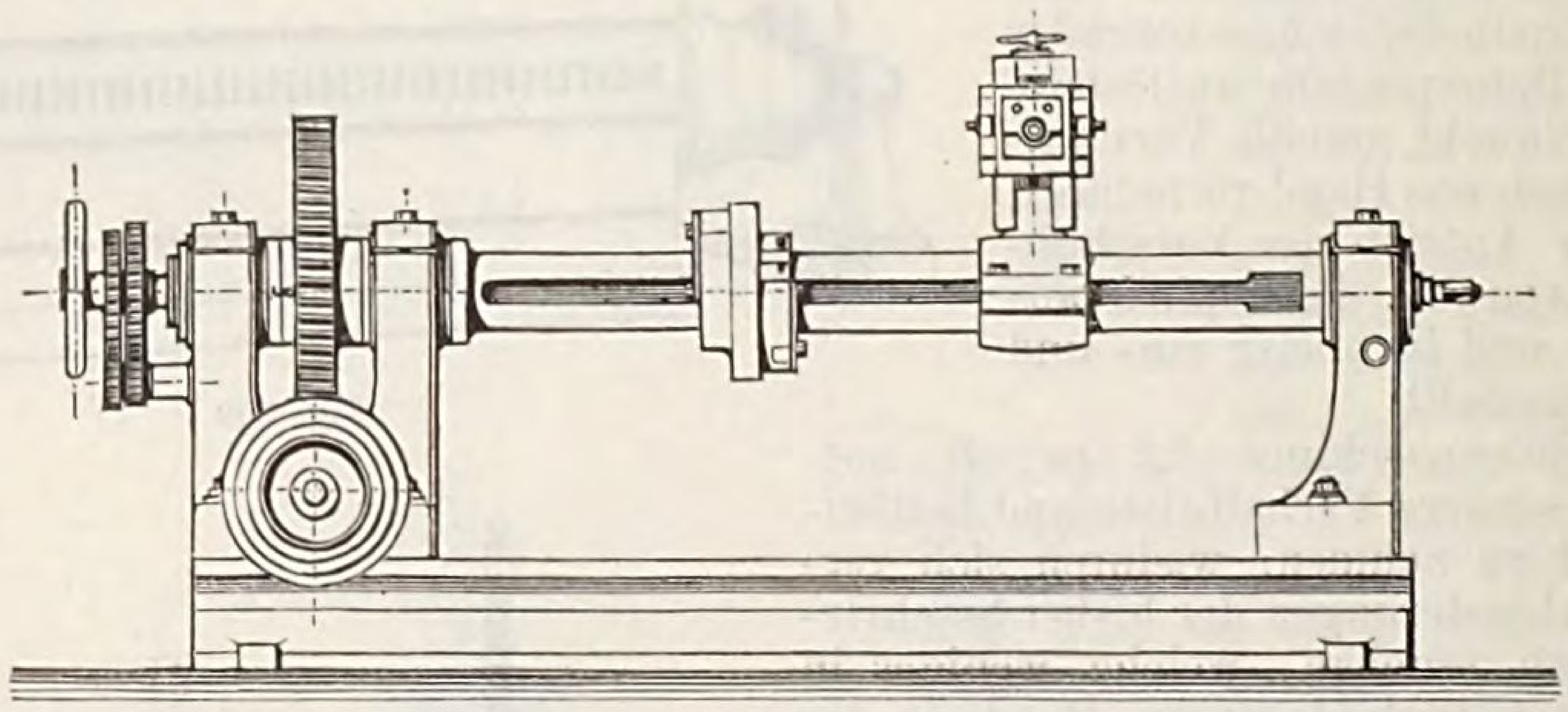


Fig. 312.

Als Ersatz für Cylinderbohrmaschinen werden zuweilen auch selbstthätige Bohrstangen verwendet, welche auf ein passendes kräftiges Drehbankbett aufgesetzt und durch den Spindelstock der Bank in Umdrehung versetzt werden können. Die Bohrstangen sind ähnlich den bei den Cylinderbohrmaschinen beschriebenen und haben an dem einen Ende das Schaltwerk, an dem andern Ende eine starke Mitnehmerscheibe, welche mit der Planscheibe der betreffenden Drehbank gekuppelt wird. Die Bohrstangen werden in zwei sehr soliden Ständern gelagert,

welche entsprechend der Drehbank geformt sind.

Für Eisenbahnreparaturswerkstätten besonders geeignet sind die transportablen Cylinderbohrmaschinen (s. Fig. 313*a*, *b*). Diese bestehen aus einer Bohrspindel mit Bohrkopf, wie vorher beschrieben, und sind in zwei Bügel gelagert, wovon einer den Antrieb, eine Riemenscheibe zugleich Schwungrad, sowie die Steuerungsdifferenzialräder trägt. Diese Bügel dienen gleichzeitig als Aufspannbacken der ganzen Maschine auf die Lokomotivcylinder. Mit solchen Maschinen können ausgelaufene Dampfcylinder, ohne selbe von der Lokomotive abmontieren zu müssen, (also an der Lokomotive), nachgebohrt werden.

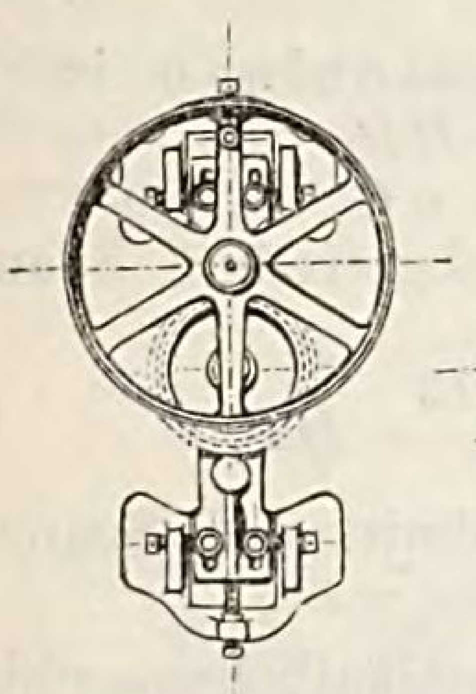


Fig. 313*a*.

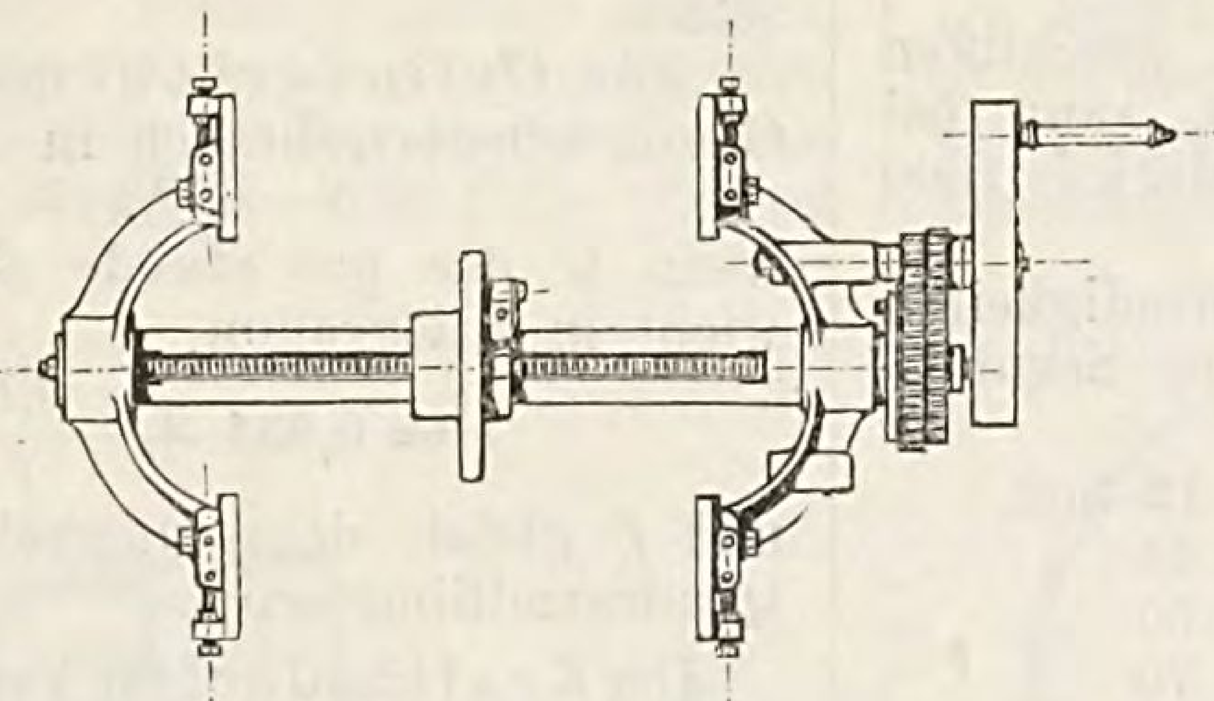


Fig. 313*b*.

Außer den bis nun beschriebenen Bohrmaschinen finden in den Eisenbahnwerkstätten noch verschiedene Specialbohrmaschinen zum Bohren von Kesselblechen, Stehblechen, Waggonrädern, Radreifen, Lokomotivframes, Schienen u. s. w. Verwendung. Diesbezüglich siehe die besonderen Artikel.

Holzbohrmaschinen. Diese werden ebenso wie die Metallbohrmaschinen je nach dem besonderen Zweck, welchem sie dienen sollen, und je nach den verfügbaren Raumverhältnissen in den verschiedenartigsten Detailkonstruktionen und mannigfacher äußerer Anordnung ausgeführt.

Eine sehr verwendbare Handbohrmaschine für Holz ist die sogenannte amerikanische Universalbohrmaschine (Fig. 314). Die Detailanordnung ist aus der Zeichnung ersichtlich. Beim Gebrauch wird die Maschine auf das zu bohrende Holz gestellt; der Arbeiter setzt sich auf das Fußgestell derselben, läßt den Schlitten mit dem Bohrer abwärts gleiten und dreht hierauf mit beiden Händen an den Kurbeln. Das kleine nächst der Zahnstange an der Kurbelwelle befindliche Getriebe (zugleich Schrägrad) muß während des Bohrens aus der Zahnstange ausgelöst sein, während es nach Vollendung des Lochs zum Heben des Bohrers einzurücken ist. Infolge der Verstellbarkeit des Ständers können mit dieser Maschine nicht nur vertikale Löcher, sondern auch solche unter verschiedenen Winkeln gebohrt werden. Die Maschine liefert mit Leichtigkeit und ohne besondere Kraftanstrengung seitens des Arbeiters sehr genaue runde Löcher, und zwar mit geringerem Zeitaufwand als dies mit Löffel- oder Spitzbohrern möglich ist. Ein besonderer Vorteil der Maschine besteht darin, daß dieselbe ein geringes Gewicht besitzt und daher leicht zu dem zu bohrenden Gegenstand getragen werden kann. Es können mit ihr somit schwere Holzstücke an der Lagerstätte gebohrt werden. Außerdem ist die Maschine sehr billig und können mit ihr Löcher bis zu 50 mm Durchmesser gebohrt werden; dieselbe kann für Wagenreparaturswerkstätten bestens empfohlen werden.

Die freistehenden Vertikalbohrmaschinen, wie eine solche in Fig. 315 dargestellt erscheint, sind ähnlich gebaut wie jene für Metallbohrung. Der Antrieb der Bohrspindel erfolgt durch Schräg- oder Hyperbelräder, konische Friktionsscheiben, oder sehr häufig auch durch einfache Riemenscheiben; der Vorschub wird entweder mittels Handhebel oder Fußtritt mit Hebelübersetzung bewirkt, wobei durch einen verstellbaren Anschlag der Hub begrenzt werden kann. Das Heben des Bohrers erfolgt stets durch ein Gegengewicht. Der Tisch läßt sich vertikal mittels Zahnstange oder Schraubenspindel höher oder niederer stellen.

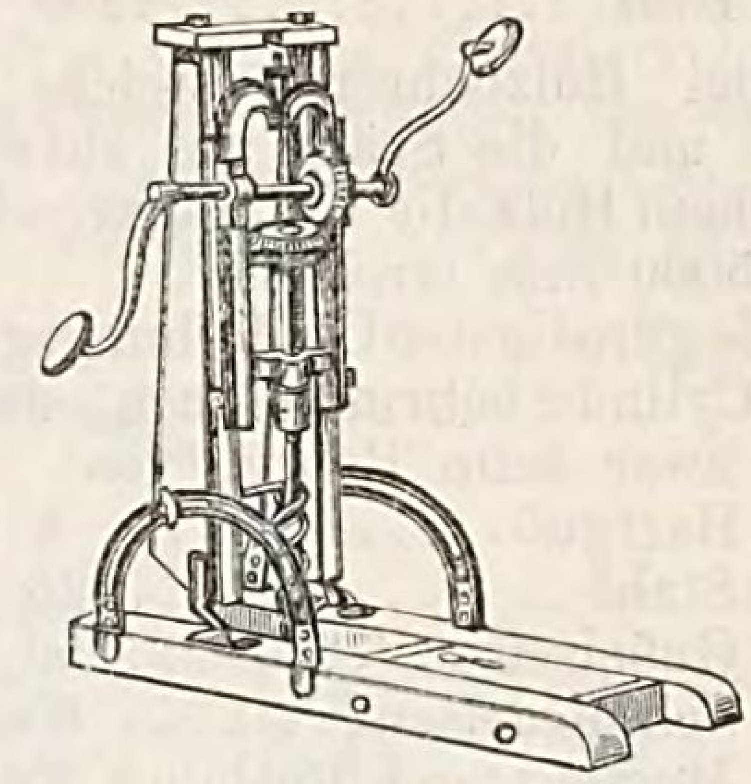


Fig. 314.

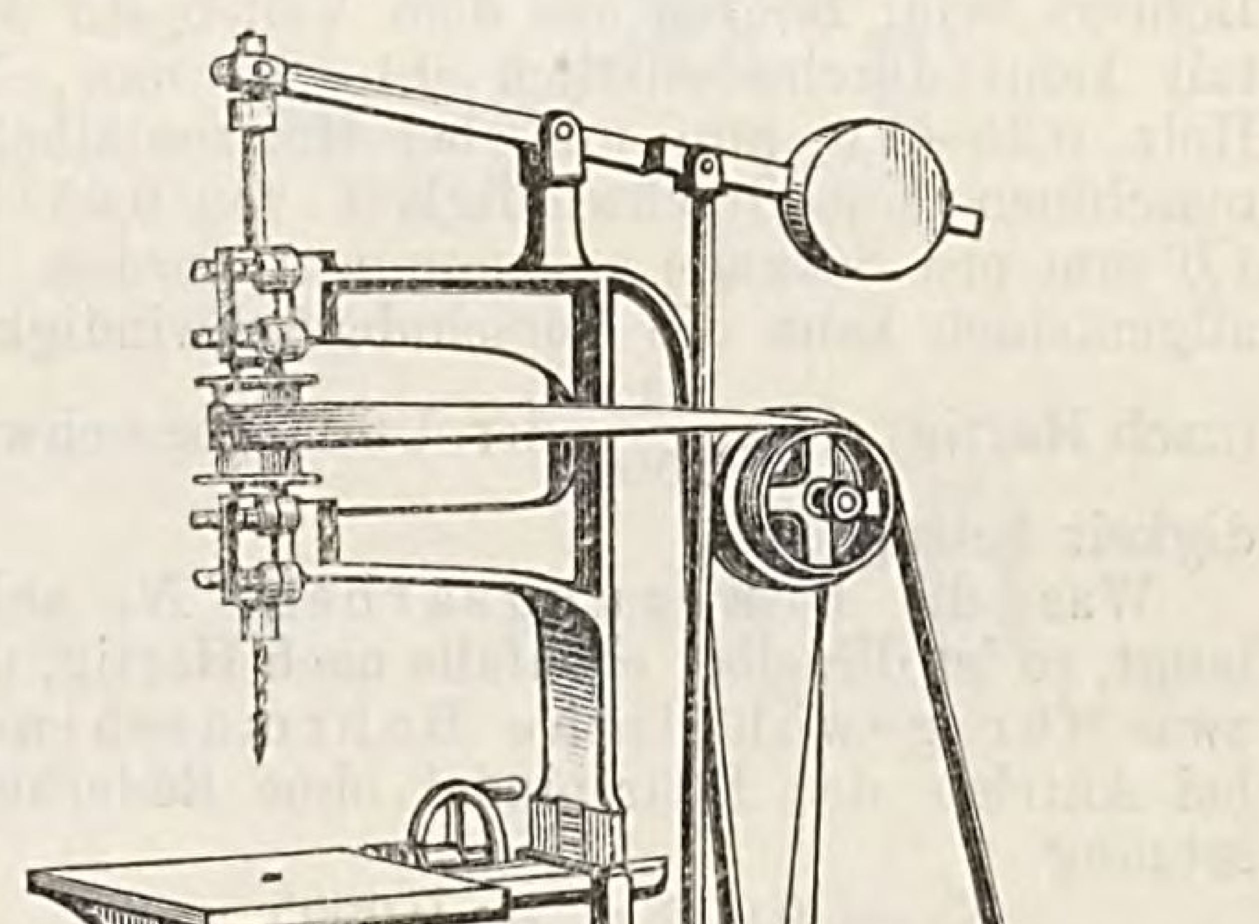


Fig. 315.

Für Wagenwerkstätten werden sehr häufig Bohrmaschinen mit drei Bohrspindeln gebaut und mit Erfolg verwendet. Der Vorteil solcher Maschinen besteht darin, daß mit denselben rasch Löcher verschiedener Dimensionen gebohrt werden können, ohne daß erst die Bohrer gewechselt werden müssen. Jede Spindel läßt sich besonders durch ein Handrad vor- und zurückstellen. Manchmal sind diese Maschinen auch so eingerichtet, daß das Arbeitsstück mit

der Maschine nach links oder rechts verschoben werden kann, während dies sonst von Hand geschehen muß. Auch die Holzbohrmaschinen werden mitunter als Wandbohrmaschinen hergestellt und sehr häufig mit Holzstemmmaschinen (s. d.) kombiniert.

Ad I.—III. Die zweckmäßigsten Umfangsgeschwindigkeiten pro Sekunde sind bei Vertikalbohrmaschinen und kleineren Horizontalbohrmaschinen (nach Hartig), und zwar beim Bohren von

Hartguß	7	bis	14 mm
Stahl	30	„	40 „
Gußeisen	60	„	70 „
Schmiedeisen	70	„	80 „
Messing und Rotguß	100	„	120 „
Holz	200	„	500 „

Bei Holzbohrern, welche gut geschliffen sind und die Späne gut auswerfen, kann bei weichem Holz die Umfangsgeschwindigkeit 1000 bis 5000 mm erreichen.

Die günstigsten Umdrehungsgeschwindigkeiten bei Cylinderbohrmaschinen sind pro Sekunde, und zwar beim Bohren von

Hartguß	6	bis	12 mm
Stahl	25	„	35 „
Gußeisen	50	„	60 „
Schmiedeisen	60	„	70 „
Messing und Rothguß	90	„	150 „

Für den Vorschub per Umdrehung des Bohrers beim Bohren aus dem Vollen auf Metall kann durchschnittlich 0,1—0,5 mm, bei Holz 0,25—1,0 mm und bei Horizontalbohrmaschinen eine Geschwindigkeit von 0,25 bis 1,0 mm pro Sekunde angenommen werden. Im allgemeinen kann die Vorschubgeschwindigkeit (nach Hartig) circa $\frac{1}{2500}$ der Umfangsgeschwindigkeit betragen.

Was die Bewegungsarbeit N_0 anbelangt, so ist dieselbe, ebenfalls nach Hartig, und zwar für gewöhnliche Bohrmaschinen, bei Antrieb der Bohrspindel ohne Räderübersetzung

$$N_0 = 0{,}006\ u_1 + 0{,}0005\ u_2,$$

bei Antrieb der Bohrspindel mit Räderübersetzung

$$N_0 = 0{,}006\ u_1 + 0{,}001\ u_2;$$

für Radialbohrmaschinen bei Antrieb der Bohrspindel ohne Räderübersetzung

$$N_0 = 0{,}006\ u_1 + 0{,}004\ u_2,$$

bei Antrieb der Bohrspindel mit Räderübersetzung

$$N_0 = 0{,}04 + 0{,}0006\ u_1 + 0{,}004\ u_2,$$

wenn u_1 die Umdrehungszahl der Vorgelegewellen und u_2 jene der Bohrspindel ist.

Für Cylinderbohrmaschinen ist infolge der geringen Umdrehungszahl der Bohrspindel die Bewegungsarbeit sehr gering und kann daher vernachlässigt werden.

Der Gesamtarbeitsverbrauch bei Vertikal- und kleinen Horizontalbohrmaschinen berechnet sich in HP

$$N = N_0 + \varepsilon\ V,$$

wenn V das Volumen des stündlich abgetrennten Materials in Kubikcentimetern bedeutet.

Nach Versuchen beträgt für Gußeisen, bei Verwendung von Spitzbohrer trocken, bei einem Lochdurchmesser d = 10—50 mm, und bei Lochtiefen bis 50 mm

$$\varepsilon = 0{,}001 + \frac{0{,}001}{d}\ HP;$$

für Schmiedeisen, Spitzbohrer in Öl, d = 10 bis 50 mm, Lochtiefen bis 50 mm,

$$\varepsilon = 0{,}001 + \frac{0{,}04}{d}\ HP.$$

Für Fichtenholz mit Centrumbohrer von d = 10—100 mm und Lochtiefen bis 150 mm

$$\varepsilon = 7{,}6 + \frac{1000}{d}\ HP.$$

Unter den gleichen Verhältnissen für Erlenholz

$$\varepsilon = 28{,}8 + \frac{2170}{d}\ HP,$$

für Weißbuchenholz

$$\varepsilon = 21{,}0 + \frac{2280}{d}\ HP.$$

Der Wert von d ist in Millimetern anzusetzen.

Für Cylinderbohrmaschinen ist der Gesamtarbeitsverbrauch in HP

$$N = N_0 + \varepsilon\ G,$$

wenn G das pro Stunde abgetrennte Spangewicht in Kilogramm,

$$\varepsilon = 0{,}034 + \frac{0{,}13}{f}\ HP,$$

und f gleich dem Querschnitt des Spans in Quadratmillimetern ist.

Der Kraftbedarf für Vertikalbohrmaschinen beträgt zumeist $^1/_2$—$^3/_4$ HP, und bei Cylinderbohrmaschinen $^1/_4$—1,0 HP.

IV. Bohrerschleifmaschinen. Was das Schärfen (Schleifen) der Bohrer anbelangt, so geschieht dies teilweise für kleinere Werkzeuge von Hand, durch Zufeilen der Spitzen und Schneiden, oder auf dem Schleifstein. Nachdem jedoch mit der Hand ein präciser Schliff, von welchem die Genauigkeit und Reinheit des Bohrlochs abhängt, nicht oder nur sehr mangelhaft erreicht werden kann, so werden zum Schleifen der Metallbohrer, besonders in größeren Werkstätten, eigene Bohrerschleifmaschinen verwendet.

Man unterscheidet hauptsächlich zwei Arten von Bohrerschleifmaschinen, und zwar solche zum Schleifen von Spitz- und Centrumbohrern, und solche zum Schleifen von Spiralbohrern.

Bei der ersteren Gattung handelt es sich darum, den Schliff derart herzustellen, daß die Spitze des Bohrers genau centrisch ist, und daß die Schrägen der Schneiden unter sich, sowie die Anstellwinkel gleich sind. Komplizierter gestaltet sich das Schleifen der Spiralbohrer und ist es Aufgabe der Maschine, den Bohrer derart zu formen, daß er an der Spitze eine schmale Meißelkante besitzt, daß ferner die beiden Schneidkanten vollkommen gerade sind und beiderseits einen gleichen Winkel (von etwa 55°) gegen die Mittellinie des Bohrers einschließen; die kegelförmig erscheinende Spitze muß weiters derart geschliffen werden, daß die zwei Schneidkanten am Kegel zu höchst liegen, während die ihnen folgenden Flächen zurücktreten, so daß der erforderliche Anstellwinkel erhalten wird. Um dies zu erreichen, muß der Bohrer um seine eigene Achse mäßig verdreht und gleichzeitig verschoben werden.

Zu den Bohrschleifmaschinen für Spitz- und Centrumbohrer gehört die von Wm. Sellers & Co. in Philadelphia gebaute und von der Wiener Lokomotivfabrik verbes-

serte Maschine Fig. 316 *a* und *b*, welche den obgestellten Bedingungen vollkommen entspricht. Auf einer im Maschinengestell feststehenden Achse befinden sich drei Riemenscheiben, von welchen die äußere als Bohrscheibe dient, während die zwei anderen miteinander verbunden sind. Auf derselben Achse ist ein drehbarer Arm aufgesteckt, der durch eine Schraube, auf einer aufstrebenden Feder ruhend, gehoben oder herabgedrückt wird. Am vorderen erweiterten Ende des Arms ist eine mittels eines kleinen Handhebels seitlich verschiebbare Achse mit Schnurscheibe und einer Schmiergelscheibe gelagert, welche durch Heben und Senken des erwähnten Arms in oder außer Angriff gebracht wird. Unter der Schmiergelscheibe befindet sich eine Klemmvorrichtung, durch welche die gedrehten Kanten des Bohrers gefasst werden, während dessen Zapfen in einer genau passenden Hülse steckt, deren Achse mit jener der Klemmvorrichtung zusammenfällt. Die Hülse ist an einer Stange für verschiedene Bohrerlängen verstellbar gemacht. Die Klemmvorrichtung samt der Stange ist um einen, im festen Maschinengestell gelagerten Zapfen drehbar und kann an einem Stellbogen so gestellt werden, daß der eingespannte Bohrer entweder senkrecht oder unter einem Winkel von 35° gegen die Senkrechte steht. Die Schrägstellung ist für Spitzbohrer und die Spitze der Centrumbohrer erforderlich, während die senkrechte Stellung für die geraden Schneiden der letzteren benötigt wird. Die Achse der Schleifscheibe liegt etwas vor der Bohrerachse, um an den Schneiden den nötigen Anstellwinkel herstellen zu können.

Was den Gebrauch dieser Maschine anbelangt, so wird hierbei die in Umdrehung versetzte Schmiergelscheibe gleichzeitig hin- und herbewegt und der vertikale Arm herabgedrückt, bis die Bohrerschneide an einer Seite rein und scharf geschliffen ist; hierauf wird die Klemmvorrichtung gelöst, der Bohrer samt der Hülse nach ausgelöstem Schnapper um 180° verdreht, festgeklemmt und in gleicher Weise die andere Seite geschliffen. Bei den Centrumbohrern werden erst die beiden Hauptschneiden in senkrechter Stellung des Bohrers hergestellt, sodann wird die Spitze in verdrehter Lage des Bohrers und endlich ein kleiner Spitzbohrer angeschliffen. Die Schmiergelscheibe von 150 mm Durchmesser macht circa 3000 Umdrehungen pro Minute, was einer Umfangsgeschwindigkeit von circa 23 m pro Sekunde gleichkommt.

Von den B o h r e r s c h l e i f m a s c h i n e n f ü r S p i r a l b o h r e r entspricht den früher erwähnten Bedingungen, die zuerst von C. van Haagen & Co. in Philadelphia gebaute Maschine (s. Wencelides, Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia) Fig. 317 *a*, *b*, *c*, S. 666. Dieselbe besteht aus einem Ständer *S*, auf welchem sich ein Spindelstock *A* mit einer Schmiergelscheibe *D* und der Antriebscheibe befindet. Der Spindelstock ist in zwei zueinander senkrecht stehenden Richtungen verstellbar und auf dem Untersatz mittels eines Hebels *F* hin- und herschiebbar. Am Ständer *S* befindet sich weiters eine um einen vertikalen Zapfen drehbare Platte *B* mit einem verschiebbaren Reitstock *C*, welcher den zu schleifenden Spiralbohrer aufnimmt. Das Mittel des erwähnten Zapfens *H* fällt genau in die, die Peripherie der Schleifscheibe berührende Vertikalebene. Im Reitstock befindet sich eine Hülse *b*, in welcher, unabhängig von dieser, die hohle Spindel *a* (in welch letzterer ein den Bohrer mit seinem konischen Ende aufnehmendes Kugelgelenk ruht) um einen Weg gedreht wird, der durch den spiralförmigen Schlitz *c*, in welchen der Stift *d* eingreift, begrenzt wird. Die Hohlspindel *a* kann indessen unabhängig von der rotierenden Bewegung der Hülse *f* am Ständer *J* auch der Länge nach verschoben werden. Der Ring *k* umschließt die Hülse *b* und kann mittels der Stellschraube *g* fest mit ihr verbunden werden. Hierdurch wird die Längsverschiebung der Hülse *b* verhindert; dieselbe bleibt aber mit dem Handgriff *g* um 180°

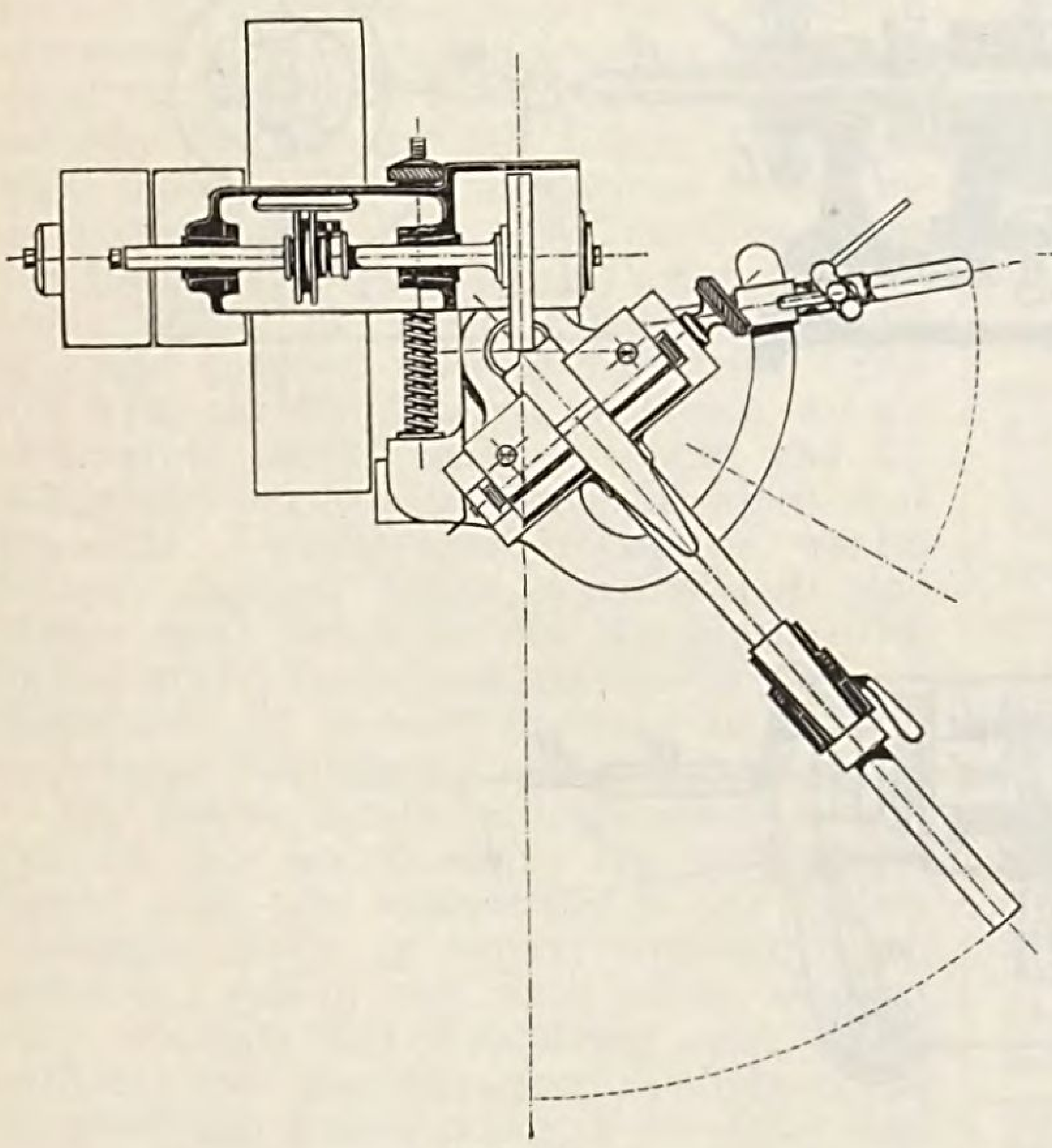


Fig. 316 *a*.

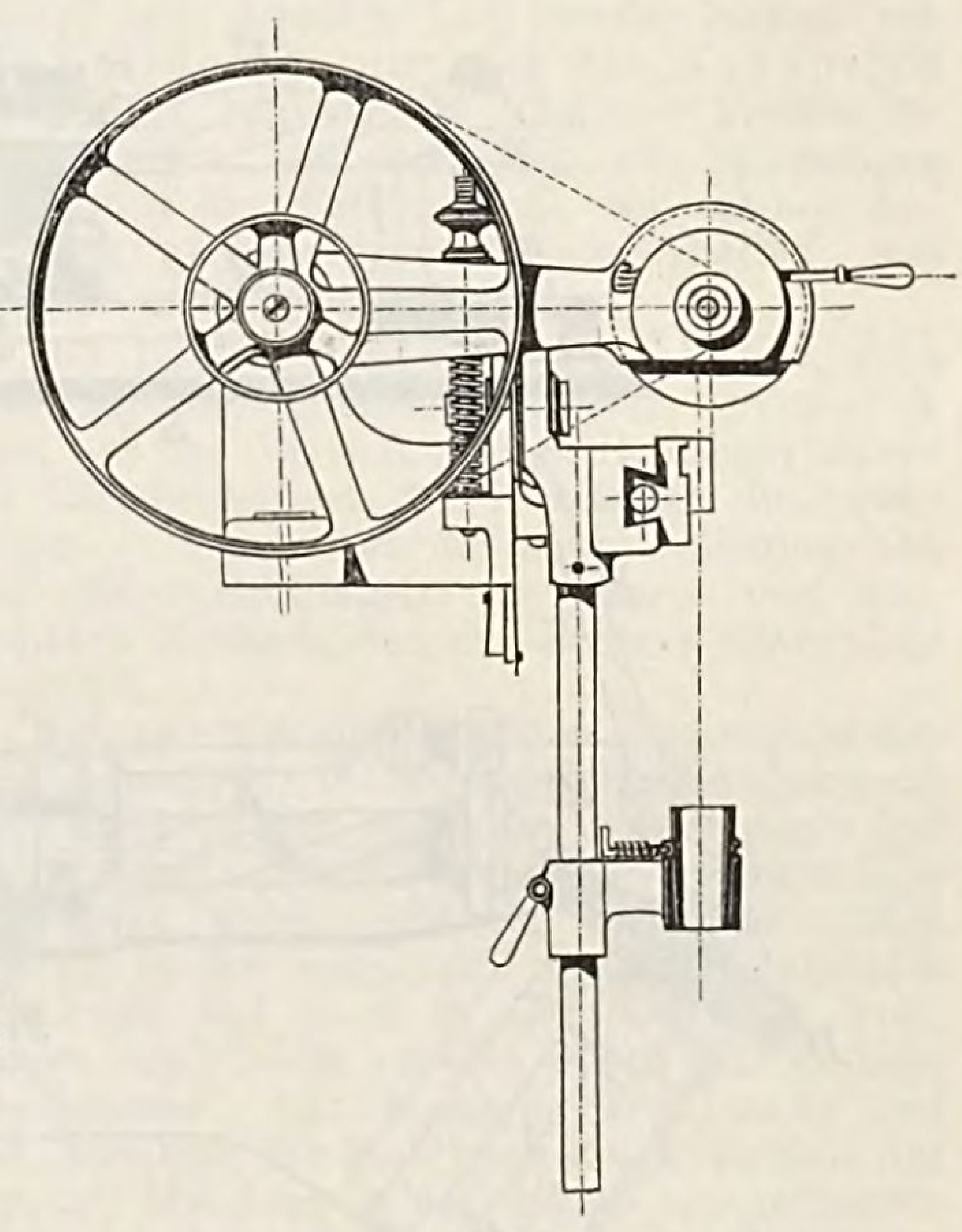


Fig. 316 *b*.

drehbar und kann durch einen Federstift am Reitstock *C* arretiert werden. Auf der Hülse *f* sitzt lose ein Handrad *L*, jedoch kann sowohl dieses wie auch die Hülse durch eine Stellschraube mit dem Griff *p* verbunden werden. Durch Drehung des Handrads *L* wird die Platte *B* um den Zapfen *H* gedreht und dem Ständer *n* genähert oder von diesem entfernt. Durch Drehung des mit der Hülse *f* verbundenen Handrads *L* wird gleichzeitig die Hohlspindel *a*, welche den Bohrer trägt, um die eigene Achse gedreht; ist der Ring *k* mit der Hülse *b* fest verbunden, so wird die Spindel *a* durch den Stift *d* im Schlitz *c* veranlaßt, sich nach vorwärts zu bewegen, wodurch die erforderliche

verbesserter Gestalt vermöge ihrer Zweckmäßigkeit auch am Kontinent rasch Eingang verschafft.

Wm. Sellers & Co. haben ebenfalls eine Spiralbohrerschleifmaschine gebaut, welche auch eine eigene Vorrichtung zum Zuspitzen der Spiralbohrer besitzt. Die Spiralbohrer müssen nämlich Festigkeit halber einen Kern von einer gewissen Dicke besitzen, welcher an der Spitze verkleinert werden muß, damit er beim Eindringen in das Material nicht zuviel Widerstand findet. Zu diesem Behuf ist an der Maschine eine zweite kleine Schleifscheibe angebracht, deren Stellung selbstthätig mit dem Durchmesser des Bohrers in Einklang gebracht wird

Fig. 317 *a*.

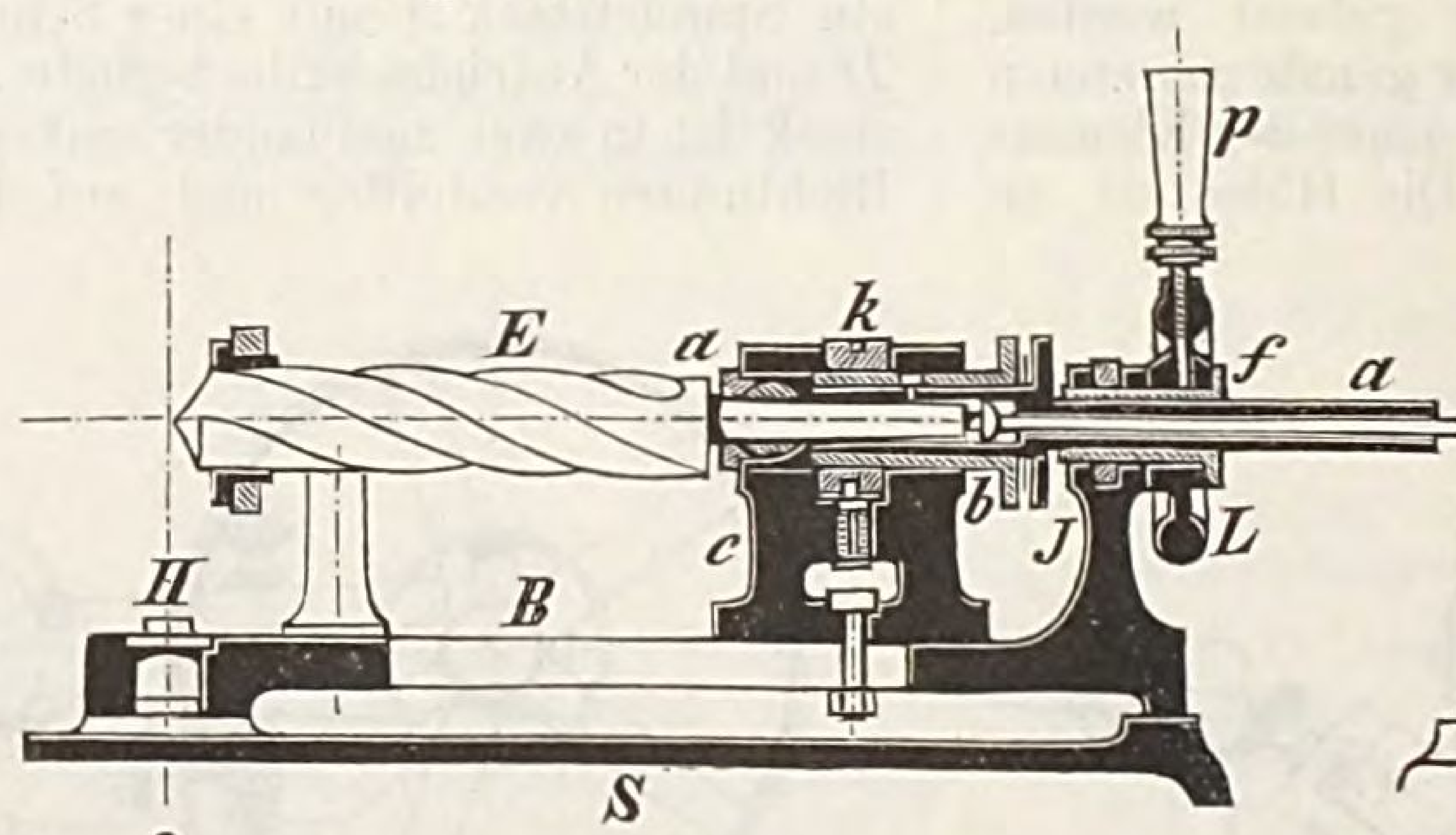
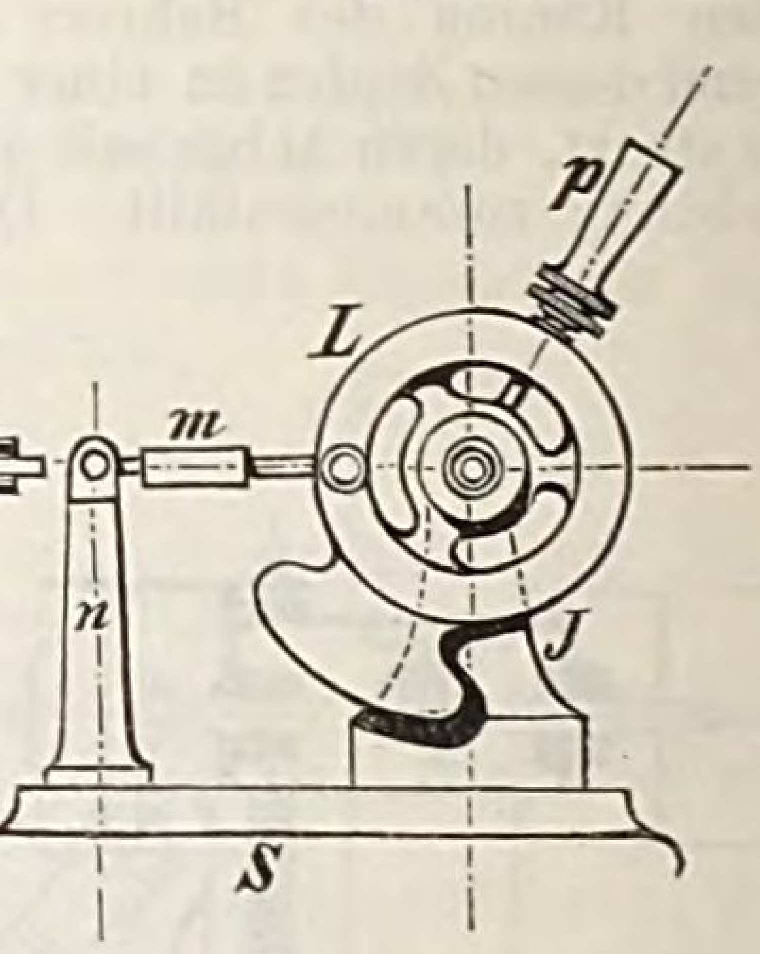


Fig. 317 *b*.



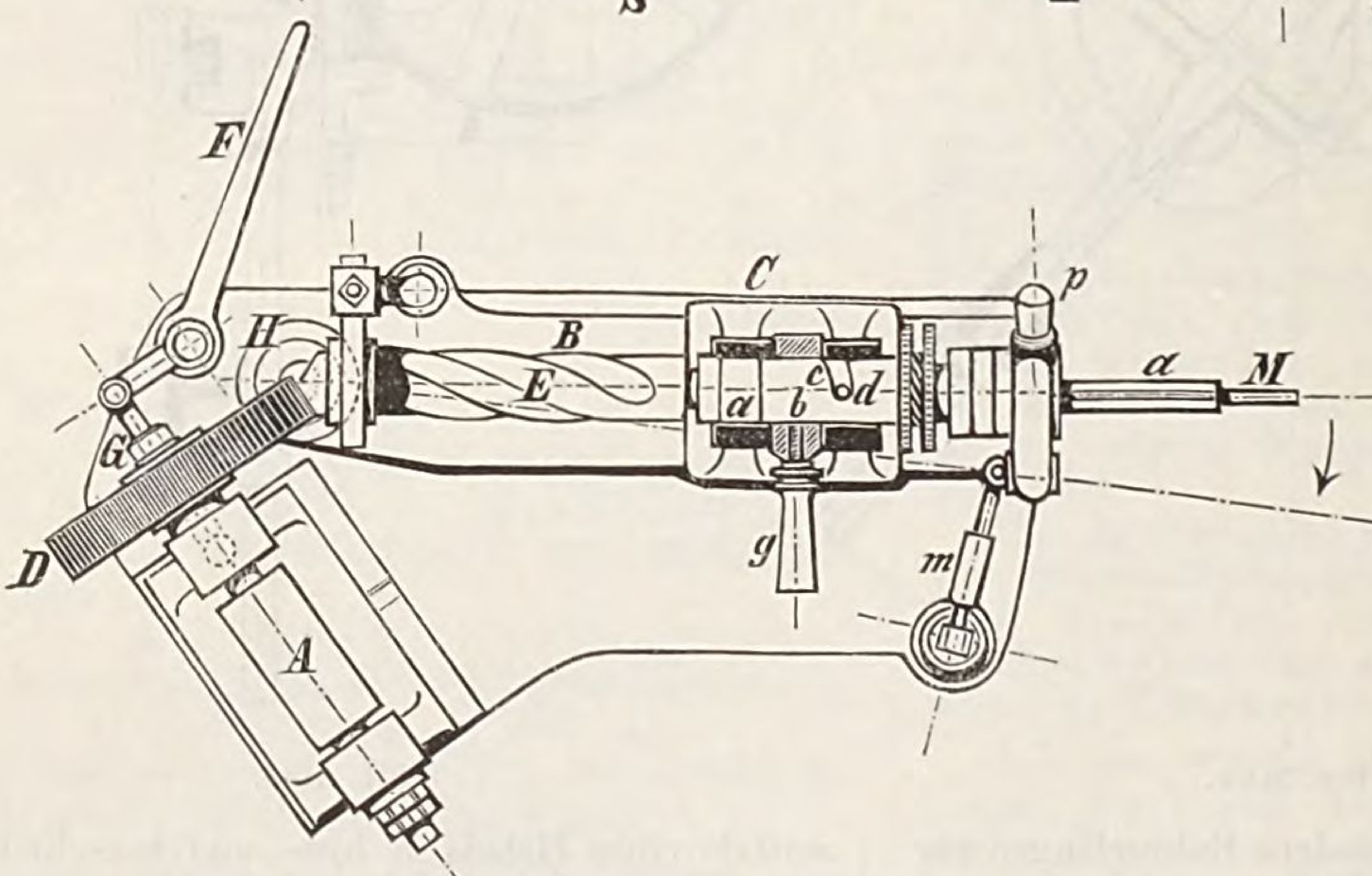


Fig. 317 *c*.

dreifache Bewegung des zu schleifenden Spiralbohrers erreicht wird.

Ist nun die eine Seite des Bohrers geschliffen, so wird die Stellschraube des Griffs *p* gelüftet, die Hülse mit dem Griff *g* um eine halbe Umdrehung verstellt, *p* wieder angezogen und das Handrad *L* in Drehung versetzt, bis auch die zweite Hälfte des Bohrers geschliffen ist. Während des Schleifens wird mit einer kleinen Centrifugalpumpe der Schleifscheibe Wasser zugeführt. Am vorderen Ende ist der Spiralbohrer in einen genau passenden Ring gelagert. Die Schmiergelschleifscheibe von 220 mm Durchmesser macht 1200 Umdrehungen pro Minute, woraus sich eine Umfangsgeschwindigkeit von circa 14,5 mm pro Sekunde ergiebt.

Diese Schleifmaschinen haben sich zum Teil in ihrer ursprünglichen Form, zum Teil in

und denselben in kleinen, kurz auslaufenden Nuten zu beiden Seiten der Spitze ausschleift.

Mit Rücksicht auf die Zweckmäßigkeit der Bohrerschleifmaschinen und den oft sehr bedeutenden Bohrerverschleiß, sollten solche in keiner größeren Eisenbahnwerkstätte fehlen.

Neblinger.

Bohren, s. Bohrapparate, Bohrmaschinen.

Bohrer, Metall- und Holzbohrer, s. Bohrapparate.

Bohrerschleifmaschinen, s. Bohrapparate.

Bohrgeräte, s. Bohrapparate.

Bohrloch (*Bore-hole for draining a mine; Tombeau*, m.), ein mit Hand- oder Maschinenbetrieb herzustellender, kreiscylindrischer Hohlraum von größerer oder geringerer Längen- und Querschnittausdehnung, welcher bei Bearbeitung von Metall oder Holz, zum Zweck der Boden-

untersuchung, der Gewinnung von Wasser u. dgl. oder der Loslösung von Felsstücken angelegt wird (s. Bodenuntersuchung und Sprengtechnik).

Bohrmaschinen, Gesteinsbohrmaschinen (*Rock-drills*, pl.; *Perforatrices*, f. pl.) werden zur Trennung des Gesteins vornehmlich im Erd- und Tunnelbau in der Weise verwendet, daß entweder Löcher von verhältnismäßig geringen Abmessungen in das Gestein gebohrt werden, welche den Zweck haben, Sprengstoffe aufzunehmen, deren Explosionsgase bei Ausdehnung das Gestein lösen, Teile desselben mehr oder weniger aus der ursprünglichen Lage verschieben, oder es werden kleinere und größere Hohlräume (Stollen, Tunnel) im Gebirge ohne Hilfe von Sprengstoffen ausgebrochen oder ausgeschnitten. Im ersten Fall nennt man sie Gesteinsbohrmaschinen, im zweiten Stollen- oder Tunnelbohrmaschinen. Die ersteren sollen im nachfolgenden behandelt werden, die letzteren dagegen unter Tunnelbohrmaschinen zur Besprechung gelangen. Die Gesteinsbohrmaschinen werden entweder durch Handkraft oder durch Elementarkräfte betrieben. Maschinen, wobei die Handkraft durch Kurbel, Schwungrad oder Schraube auf den Bohrer übertragen wird, eignen sich im allgemeinen wenig zur Gesteinslösung im Erd- und Tunnelbau. Von den Elementarkräften können Dampf, gepreßte Luft, Wasser unter Druck und Elektricität in Frage kommen. Der Dampfbetrieb eignet sich wohl nur für Arbeiten im Freien, wo der verbrauchte Dampf rasch abströmen und Belästigungen der Arbeiter durch denselben ohne besondere Vorkehrungen vermieden werden können; dagegen finden gepreßte Luft und Wasser unter Druck für den Maschinenbetrieb im Stollen oder Tunnel zweckmäßige Verwendung. Elektricität ist in dieser Richtung zu größerer praktischer Bethätigung noch nicht gelangt.

Das Bohren beruht im allgemeinen darauf, daß ein mit der Maschine fest verbundener Bohrer mehr oder weniger tief in das Gestein eindringt, indem er vorerst Gesteinsteilchen zerdrückt, sodann aber auch solche abschert oder abbricht. Zur Herstellung eines Lochs ist daher stets eine Bewegung des Bohrers und entsprechende Kraftwirkung in der Achse desselben (Schlag, Stoß, Druck), sowie eine drehende Bewegung, die entweder außer Eingriff mit dem Gestein oder während desselben erfolgen kann, und die zur Ausführung dieser Drehbewegung hinreichende Kraft erforderlich.

Je nachdem nun das Bohren hauptsächlich durch Schlag-, Stoß- oder Dreharbeit erfolgt, unterscheidet man:

1. Schlag- oder Hammerbohrmaschinen,
2. Stoß- oder Perkussionsbohrmaschinen,
3. Dreh- oder Rotationsbohrmaschinen.

Die Schlagbohrmaschinen, bei welchen der Bohrer durch den Schlag einer schweren Masse auf denselben in das Gestein getrieben wird, haben sich als zweckmäßig nicht erwiesen.

Die Stoßbohrmaschinen, welche mit Dampf oder gepreßter Luft betrieben werden, je nachdem im Freien oder im Tunnel mit denselben gearbeitet wird, und wobei zu beachten ist, daß bei nicht zu großem Abstand der B. vom Krafterzeuger der Dampfbetrieb billiger ist, als der Luftbetrieb, haben ausgedehnte Verwendung gefunden. Der mit der Maschine verbundene meißelartig geformte Bohrer (Flach-, Kreuz- oder Z-Meißel mit 25—60 mm Breite und 75—110° Schneidewinkel) wird gegen das Gestein gestoßen oder geschleudert und beim Zurückziehen, außer Eingriff mit dem Gestein, gedreht, in eine andere Lage gebracht; er muß daher von der Maschine drei Bewegungen erhalten, und zwar:

1. die stoßende oder hin- und hergehende,
2. die drehende oder umsetzende,
3. die vorschiebende (der Vertiefung des Bohrlochs folgende) und die zurückziehende Bewegung.

Die stoßende Bewegung wird stets durch die Elementarkraft, die drehende und vorschiebende Bewegung werden dagegen nicht immer selbstthätig (automatisch) durch die Maschine, sondern vielfach auch durch den die Maschine bedienenden Arbeiter und nach dessen Ermessen von Hand ausgeführt.

Die stoßende Bewegung wird durch verschiedene Steuerungsvorrichtungen eingeleitet. Dampf oder gepreßte Luft werden hierbei nur mit Volldruck oder auch mit Expansion verwendet; letzteres ist, obgleich hierbei der Wirkungsgrad größer ausfällt, nur bei wenigen Maschinen der Fall, da sie bei solcher Anordnung größere Abmessungen erhalten, was zumeist nicht erwünscht ist.

Der Hub der Maschinen soll, wenn auch innerhalb enger Grenzen, doch stets veränderlich sein, um der Vertiefung des Bohrlochs durch die Verschiedenheit der Hublängen Rechnung tragen zu können, da die wenig vollkommenen Vorschubeinrichtungen ein genaues und zeitgemäßes Nachschieben des Bohrers allein nicht gestatten.

Die zweckentsprechendsten Umsteuerungen sind diejenigen, bei welchen die Umsteuerung stets dann erfolgt, wenn der Bohrer gegen das Gestein stößt. Allerdings sind vorerst nur wenige Maschinen dieses Systems vorhanden. Man arbeitet in der Regel mit einem Dampf- oder Luftdruck von 3—6 at abs. und mit Hublängen von 10—20 cm bei 6—12 cm Kolbendurchmesser. Mit Zunahme des Drucks und mit Abnahme der Hublänge steigt die Zahl der von der Maschine in der Minute ausgeführten Stöße; sie beträgt daher bei den verschiedenen Maschinen und unter verschiedenen Verhältnissen 150—500 in der Minute.

Die drehende oder umsetzende Bewegung ist erforderlich, damit der Bohrer bei jedem Stoß eine andere Stelle der Bohrlochsohle trifft, um das Abscheren von Gesteinsteilchen zu ermöglichen und das Steckenbleiben des Bohrers zu verhindern; sie wird zumeist in der Weise erreicht, daß in den außen oder innen mit schraubenförmigen Nuten versehenen Kolben die mit Gesperren verbundenen Dorne (Keile) oder Spindel (Drallspindel, Umsetzspindel) eingreifen, welche beim Rückzug des Kolbens und daher des Bohrers festgehalten werden, und sohin denselben zur Drehung um einen bestimmten Winkel (meist $^1/_5$—$^1/_{15}$ des Kolbenumfangs) veranlassen, während beim Stoß zur Vermeidung großer Reibungswiderstände eine Drehung des Kolbens nicht stattfindet, daher der Dorn oder die Spindel sich drehen werden.

Die vorschiebende Bewegung erfolgt entweder von Hand oder selbstthätig, daher man Maschinen mit Handvorschub und

solche mit selbstthätigem (automatischem) Vorschub unterscheidet. Der Handvorschub wird in der Regel mit Hilfe einer Schraube bewerkstelligt, die in dem Rahmen der Maschine, welcher stets festgehalten wird, drehbar gelagert ist und die Mutter in der Maschine hat, so daß beim Drehen der Schraube mittels einer Kurbel die Maschine auf der Spindel und daher im Rahmen sich hin- und herbewegt. Da dieser Vorschub von einem Arbeiter bedient wird, so hängt die richtige Wirkung namentlich von der Geschicklichkeit desselben ab.

Der selbstthätige Vorschub wird in verschiedener Weise erreicht, erfolgt aber stets dann, wenn der Kolben nahezu den größten Hub ausgeführt hat. Die Maschine wird zwar durch Einrichtung des selbstthätigen Vorschubs verwickelter, derselbe ist aber von der Bedienung unabhängig. Es wird zweckmäßig sein, bei billigem Betrieb, gleichzeitiger Verwendung einer kleinen Zahl von Maschinen (2—3), bei guten Arbeitskräften und wechselnder Gesteinsbeschaffenheit Maschinen mit Handvorschub, bei raschem Betrieb und großer Zahl gleichzeitig arbeitender Maschinen (4—8), namentlich im engen Stollen, selbstthätigen Vorschub zu wählen.

Die Maschinen werden mit Gestellen fest verbunden, die eine thunlichst unverrückbare Lagerung derselben während der Arbeit gestatten müssen. Man unterscheidet Fußgestelle, Drei- auch Vierfüße, die mit Gewichten beschwert werden und zur Aufnahme je einer Maschine bestimmt sind; Säulengestelle, welche entweder durch Schrauben oder durch hydraulischen Druck zwischen den Gesteinswänden festgespannt werden und welche eine bis zwei, seltener mehr Maschinen aufnehmen, schließlich Wagengestelle, die auf einem Gleis laufen und in der Regel zur Aufnahme einer größeren Zahl gleichzeitig arbeitender Maschinen bestimmt sind. Im offenen Einschnitt verwendet man entweder Dreifußgestelle oder Wagen, im Stollen, Schacht und Tunnel Säulengestelle oder Wagen.

In nachstehender Tabelle sind die Hauptabmessungen mehrerer der gebräuchlichsten Stoßbohrmaschinen angegeben.

System	Der Bohrmaschinen				Bewegung									Luftverbrauch für den ganzen Hub	Preis
					1. Stoßende						2. Umsetzende	3. Vorschiebende			
	Gewicht	Länge	Breite	Höhe	Größte Hublänge	Kolbendurchmesser	Hintere wirksame Kolbenfläche	Vordere wirksame Kolbenfläche	Kolbenstangenquerschnitt	Gewicht der stoßenden Masse	Größe beim längsten Hub	Art	Größe		
	kg	m	m	m	cm	cm	cm²	cm²	cm²	kg	Umdrehung		cm	l	
Ferroux	180	2,40	0,20	0,25	10	10,0	78,5	40,0	38,5	42	1/8	selbstth.	70	1,45	6,5—7,5 Mk für das Kilogr.
Mac Kean-Seguin	170	2,20	0,20	0,24	12	10,0	78,5	54,0	24,5	40	1/8	„	120	1,50	
Dubois-François .	220	2,20	0,23	0,32	20	7,2	40,7	21,1	19,6	35	1/15	Hand	70	1,50	
Fröhlich (2. Bauart)	100	1,00	0,33	0,19	15	8,8	55,8	17,8	43,0	18	1/9	„	45	0,95	
Fröhlich (1. Bauart)	75	0,96	0,18	0,34	12	6,5	29,8	20,5	12,7	7,5	1/5	Hand u. selbstth.	60	0,75	
Jäger	82	0,95	0,17	0,34	14	6,7	30,6	21,6	12,6	5,9	1/8	Hand u. selbstth.	54	1,00	
Broszmann	110	0,80	0,30	0,28	12	8,0	46,1	34,4	15,9	11	1/10	Hand	50	1,20	
Schram 2	115	1,10	0,22	0,32	16	8,2	49,9	29,9	22,9	—	—	„	60	1,20	
Neill	95	0,85	0,18	0,21	11	10,0	26,5	58,9	19,6	14	1/15	„	50	—	

Der Luft- oder Dampfverbrauch der Maschinen steigt mit dem Druck; der Kraftbedarf derselben bewegt sich von zwei bis sechs Pferdekräften, der Gesamtwirkungsgrad von 0,07—0,25.

Die mit den Maschinen durch Schrauben oder Keile (Klemmmuffen) verbundenen Gußstahlbohrer mit Meißelform (Flach-, Kreuz-, oder Z-Meißel) haben 25—50 mm Stärke und 0,4 bis 3,0 m Länge und 2—10 kg Gewicht; sie werden mit zunehmender Lochtiefe und nach Abnutzung gewechselt; der Unterschied in den Bohrerlängen beträgt etwa 0,2 m und es kommen 3—4 Bohrersätze zur Verwendung.

Die mit den Maschinen verschiedener Systeme mit einem Meißelbohrer von 40—50 mm Schneidebreite bei Verwendung von gepreßter Luft von 3—6 at abs. Spannung erreichten Bohrfortschritte in der Minute betragen bei den verschiedenen Gesteinsarten, wie etwa in sehr festem Quarzit, Syenit, Granit 20—90 mm, sehr festem Kalkstein 40—120 mm, sehr festem Sandstein 60—170 mm, in wenig festem Sandstein 80—210 mm u. s. w.; hierbei sind die durch Auswechseln der Bohrer verursachten oder sonstigen Aufenthalte während der Bohrung eines Lochs nicht mit eingerechnet.

Man kann annehmen, daß das Verhältnis der reinen Bohrzeit zur gesamten zum Bohren verwendeten Zeit 0,5—0,7 beträgt.

Die Drehbohrmaschinen werden mit Dampf, gepreßter Luft und Wasser unter Druck betrieben. Wird der Bohrer nur mit geringer Kraft an das Gestein gedrückt, so werden die loszutrennenden Gesteinsteilchen und der Scherwiderstand klein sein; er wird daher, um entsprechende Leistungen erzielen zu können, in rasche Umdrehung versetzt werden. Man nennt diesen Vorgang das schabend oder schlei-

fend wirkende Bohren. Bei großem Druck dringt der Bohrer entsprechend tiefer in das Gestein ein; die sodann bei Drehung während des Eingriffs durch Abscheren loszutrennenden Gesteinsteilchen werden größere Widerstände äußern; daher wird auch die Umdrehungsgeschwindigkeit des Bohrers nur eine sehr kleine sein können. Diesen Vorgang nennt man das keilend oder brechend wirkende Bohren.

Im ersten Fall sind wegen schleifender Wirkung Bohrer von besonders großer Härte zu verwenden; man benützt hierzu die Diamantbohrer, d. i. hohle oder volle cylindrische Stahlbohrer von 25—150 mm Durchmesser, in deren Krone Diamanten (zumeist die besonders zähen, schwarzen brasilianischen) eingesetzt werden. Die Bohrer werden bei geringerem Druck in rasche Umdrehungen (200—300 in der Minute) versetzt.

Die bekanntesten Diamantbohrmaschinen sind die von Taverdon und von Allison, mit welchen beispielsweise Bohrleistungen in der Minute erzielt werden, wie im Granit, Quarzit, Syenit 2—10 cm, in sehr festem Kalkstein 5—15 cm, im Sandstein 10—20 cm.

Ihre Verwendung im Eisenbahnbau ist eine äußerst beschränkte, da diese doch verhältnismäßig kostspielige Bohrmethode nur bei Bodenuntersuchungen auf größere Tiefen und bei Aufnahme geologischer Profile ausnahmsweise zur Verwendung gelangen wird.

Im zweiten Fall benutzt man zumeist hohle Stahlbohrer, also Kern- oder Ringbohrer mit sägeartig geformter Krone, 40—80 mm äußerem Durchmesser und 8—12 mm Wandstärke; die Zahl der Zähne, deren Schneidewinkel je nach Gesteinsbeschaffenheit 60—80° beträgt, wechselt zwischen 3—5.

Andere Bohrerformen, wie der Spiral- oder Schlangenbohrer, finden hierbei nur ausnahmsweise Verwendung.

Die Bohrer werden durch Maschinen in Umdrehung versetzt und entweder durch Vermittlung einer Schraube oder unmittelbar durch die Elementarkraft an das Gestein gedrückt.

Die erste Anordnung ist vertreten durch die Drehbohrmaschine von Jarolimek, welche bisher wenig praktische Verwendung gefunden hat, die zweite durch die von Brandt, die sich bereits bei vielen Tunnelbauten bewährte.

Die Drehbohrmaschine von Brandt wird durch Wasser unter Druck betrieben. Ein mit dem Kernbohrer verbundener Kolben, welcher sich in einem an einer Bohrsäule befestigten Cylinder vorschieben läßt, wird durch zwei Wassersäulenmaschinen in drehende Bewegung versetzt. Durch das dem Cylinder zugeführte Druckwasser wird der Kolben und mit demselben der Bohrer mit einer vom Wasserdruck und der Größe der Kolbenfläche abhängigen, beliebig großen, den Gesteinsverhältnissen entsprechend zu bemessenden Kraft gegen das Gestein gedrückt.

Die B. werden mit Wasser von 25—200 at Druck betrieben, die beiden Wassersäulenmaschinen machen 150—200 Umdrehungen bei 6 cm Hublänge in der Minute; der Bohrer erhält sodann 3—10 Umdrehungen in der Minute. Die Maschine von 250 kg Gewicht, 1,5 m Länge, 0,45 m Breite und 0,6 m Höhe wird mit einem Säulengestell (hydraulische Spannsäule) verbunden. Weiteres siehe Brandts Gesteinsbohrmaschine.

Über die Verwendung der Gesteinsbohrmaschinen, Leistungen und Ausführung der Bohrarbeiten s. Schachtbau und Stollenbau.

Behufs eingehenderen Studiums der Gesteinsbohrmaschinen kann nachstehende Litteratur empfohlen werden:

Stapf, Über Gesteinsbohrmaschinen, Stockholm 1869; Rźiha, Bericht über die Weltausstellung, Wien 1873; Angström, Über Gesteinsbohrmaschinen, Leipzig 1874; Riedler, Die Gesteinsbohrmaschinen auf der Ausstellung in Philadelphia, Wien 1877; Riedler, Die Gesteinsbohrmaschine System Brandt, Wien 1877; Mackensen und Richard, Tunnelbau (Handbuch f. Ing.-Wissenschaften, I. Bd.), Leipzig 1880 u. 1887; W. Schulz, Über Gesteinsbohrmaschinen (Handbuch f. Ing.-Wissenschaften, IV. Bd.), Leipzig 1885; Dolezalek, Tunnelbau, I. Bd. Gewinnungsarbeiten, Hannover 1889.

Dolezalek.

Bohrmaschinen für Holz und Metall, s. Bohrapparate.

Bohrmehl (*Stone dust; Poussière*, f., *de foret*), Bohrschlamm, Bohrschmand, nennt man das bei Herstellung von Bohrlöchern in felsigen Schichten zerstoßene Gestein, je nachdem dasselbe trocken oder mit Wasser versetzt ist (s. Bodenuntersuchung und Sprengtechnik).

Bohrratsche (*Ratchet-drill; Cliquet*, m., *pour percer*), ein Werkzeug zur Herstellung von Löchern in metallenen Konstruktionsteilen an Stellen, welche für Werkzeuge anderer Art schwer zugänglich sind (s. Bohrapparate).

Bohrstück (*Boring-bit; Mèche*, f., *de trépan*), der untere Teil des Erdbohrers, welcher je nach der Art der zu durchsetzenden Bodenschichten verschiedene Formen besitzt (s. Bodenuntersuchung).

Boisleux à Marquion (*Département Pas-de-Calais*), 26 km lange, im Nordosten Frankreichs gelegene Lokalbahn; Sitz der Gesellschaft in Croisilles und der Direktion in Paris. Am 7. Dezember 1874 konzessioniert, gelangte die Bahn stückweise, und zwar von Boisleux (Anschluß an die französische Nordbahn) nach Croisilles im Mai 1878, von Croisilles nach Inchy am 1. Juni 1878 und von Inchy nach Marquion am 5. Juni 1880 zur Eröffnung. Das Anlagekapital beträgt 2 700 000 Frs.; die Einnahmen beliefen sich im Jahr 1887 auf 124 824, die Ausgaben auf 90 093 Frs.; Betriebskoefficient 77,5%.

Bolivia, s. Amerika.

Bollette (Zollbollette) ist eine amtliche Bestätigung des Zollamts über das an einer Ware vollzogene Zollverfahren (s. d.).

Bolzen (*Bolts, pins*, pl.; *Boulons, goujons*, m. pl.) sind Eisen- oder Stahlstücke von meist cylindrischer Form und mäßiger Länge, welche zur Verbindung von Konstruktionsteilen untereinander dienen. An ihrem einen Ende ist zu dem Zweck ein Kopf angearbeitet, während das andere Ende auf verschiedene Weise ausgebildet werden kann. Entweder wird nämlich an demselben ein Schraubengewinde angeschnitten und darauf eine Mutter geschraubt (Schraubenbolzen), oder es wird auch dieses zweite Ende nach dem Einbringen des Bolzens in die gebohrten oder gestanzten Löcher der miteinander zu verbindenden Teile gleichfalls zu einem Kopf umgebildet (Nietbolzen). In manchen Fällen ist

an dem zweiten Ende ein Schlitz senkrecht zur Bolzenachse angebracht, in welchem zur Erzielung der erstrebten Verbindung ein Keil eingetrieben wird (Keilbolzen). Näheres s. in den Artikeln Nieten, Schrauben. Loewe.

Bombay, Baroda and Central India-Eisenbahn (519 engl. Meilen = 835,59 km; hiervon Nebenlinien 101 Meilen = 162,61 km), eine in Britisch-Ostindien gelegene, von der Regierung subventionierte Privateisenbahn (Spurweite 5′ 6″ engl.) mit dem Sitz der Gesellschaft in London.

Die B. erhielt zunächst im Jahr 1855 die Konzession für eine Linie von Bombay über Agra, Delhi, Surat, Baroda nach Ahmedabad; die Gesellschaft hat jedoch nur die am 10. Februar 1860 eröffnete Strecke Bombay-Colaba-Bahnhof-Ahmedabad selbst gebaut. Die Strecke Ahmedabad-Agra-Delhi ist später als Staatsbahn zur Ausführung gekommen. Im Jahr 1869 übertrug die indische Regierung der B. den Bau der 1871 eröffneten Zweigbahn von Ahmedabad nach Veerumgaum und Wudwan (Kattiawar Extension) und garantierte ihr laut Vertrag vom 22. Dezember 1869 ein 5%iges Erträgnis unter der Bedingung, daß diese Zweigbahn in das Netz der bestehenden B. einbezogen werde. Die zuletzt in das Netz der B. einverleibte Strecke Pali-Godra wurde im Februar 1882 dem Verkehr übergeben. Das Anlagekapital der B. beträgt 9 663 500 Pfd. Sterl.; die Einnahmen im Halbjahr 1888 679 347 Pfd. Sterl., die Ausgaben 264 489 Pfd. Sterl., der Betriebsüberschuß 414 858 Pfd. Sterl.; Betriebskoefficient 38,96 %. Gemäß Vertrag vom 17. November 1871 ist der Staat berechtigt, das Unternehmen nach dem 1. Mai 1905 käuflich an sich zu bringen. Dr. Ziffer.

Bona Bartolomeo, geboren 1792 in Nizza Montferrato (Piemont), gestorben in Florenz am 3. Februar 1876, widmete sich zuerst den Rechtsstudien, nach deren Absolvierung er in Staatsdienste trat.

B. wurde vom ehemaligen Minister des Inneren, Desambrois, zum Direktor des Eisenbahnwesens zu der Zeit (1844) ernannt, in welcher der Staat sich anheischig machen sollte, das modernste Kommunikationsmittel in Piemont einzuführen. Unter seiner Leitung ist das erste piemontesische Eisenbahnnetz gebaut worden, darunter die wichtigste, aber auch ungemein schwierige Linie Turin-Genua mit der berühmten Tunnelierung des Appenninenübergangs bei Giovi und die Linie Messandria-Arona. Hierbei entfaltete B. eine staunenswerte Thätigkeit.

B. wurde auch die betreffende Betriebsverwaltung übertragen, die in jeder Beziehung eine so musterhafte und leistungsfähige war, daß später — als im italienischen Parlament und in italienischen Zeitungen die Kardinalfrage, ob Staats- oder Privatbahnen, erörtert und diskutiert wurde — man, auf die Behauptung, der Staat wäre ein schlechter Verwalter der Eisenbahnen, auf B. Gebaren und Verwaltung hinwies.

B. Thätigkeit erweckte frühzeitig die Aufmerksamkeit des Grafen Cavour. Dieser hatte in B. einen tüchtigen Mitarbeiter für seine weitgehenden Pläne gefunden und betraute B. mit der Generaldirektion der Staatsbahnen. Im Jahr 1859 wurde B. auf Antrag des Grafen Cavour zum Minister der öffentlichen Arbeiten ernannt.

Nach dem Frieden von Villafranca bekleidete B. wieder das Amt eines Generaldirektors des Eisenbahnwesens, das er bis 1864 innehatte.

Im Jahr 1862 konstituierte sich — als erstes Experiment der privaten Initiative — die Gesellschaft der italienischen Südbahnen. Die Schäden der Verwaltung, welche sich bei dieser Gesellschaft wahrnehmbar machten, gaben Anlaß, 1864 B. zu berufen, um die Ordnung wieder herzustellen; er widmete seine ganze Kraft bis zu seinem Ableben dem Unternehmen und bot alles auf, um das Gedeihen der Gesellschaft zu fördern. Dr. Buzzi.

Bond ist in den Vereinigten Staaten von Amerika die Schuldverschreibung einer Eisenbahn, in der Regel gegen Verpfändung ihr gehörigen Eigentums oder ihr zustehender Rechte. Der Begriff des B. entspricht im allgemeinen dem der Prioritätsobligation, von welcher er sich jedoch u. a. dadurch unterscheidet, daß die verschiedensten Gegenstände und Rechte entweder zusammen oder einzeln zur Sicherheit des B. verpfändet werden können, und daß die Herausgabe der B. an keinerlei besondere regierungsseitige Genehmigung geknüpft ist, sondern in der Konzession meist in das Belieben der Eisenbahnen gestellt wird. Die Ausgabe der B. erfolgt daher, und besonders in der neueren Zeit, meist sogleich bei Gründung der Eisenbahnen und zu derselben Zeit, zu welcher die Aktien ausgegeben werden. Wenn, wie dies insbesondere bei den Überlandbahnen vorkommt, B. erst nach Fertigstellung gewisser Strecken ausgegeben werden dürfen, so läßt sich die Bahn, vielfach um das Baukapital zu beschaffen, Vorschüsse auf die demnächst auszugebenden B. leisten, welche später durch die B. selbst gedeckt werden. Da das Aktienkapital nur in den seltensten Fällen voll eingezahlt wird, ja selbst die Zeichnung oft nur eine Scheinhandlung ist, so werden schon seit Jahren die meisten Eisenbahnen der Vereinigten Staaten mit B. gebaut, und diese gewähren, da ihnen kein Aktienkapital zur Seite steht, insbesondere bei neuen Bahnen nicht entfernt dieselbe Sicherheit, wie die Prioritätsobligationen europäischer Privatbahnen; sie sind, obgleich formell Schuldverschreibungen, sachlich nicht viel anderes, als Aktien mit festerer Dividende. Wenn eine derart finanzierte Eisenbahn die Zinsen ihrer B. nicht zahlen kann — was nur zu oft vorkommt — so erfolgt dann auch alsbald die Zahlungseinstellung auf Antrag der Gläubiger, und die Eisenbahn wird dann häufig, nachdem sie eine Zeit lang von einem Receiver verwaltet gewesen ist, von den Bondsbesitzern erworben und auf anderer Grundlage finanziert.

Man unterscheidet *First, Second* u. s. w. *mortgage bonds.* In welchem Verhältnis die zweite und folgenden zur ersten Klasse der B. stehen, ist aus den Schuldurkunden selbst festzustellen. Der bloße Name *First mortgage bonds* besagt nicht, daß eine derartige erste Priorität den unbedingten Vorrang vor einer folgenden Hypothek hat.

Die B. werden häufig auf eine bestimmte Zeitdauer (20, 30, 40 Jahre) ausgestellt, nach welcher sie zum Nennwert oder mit einem Kurs-

aufschlag zurückgezahlt werden müssen. Die Zinsen derselben und u. a. auch die Rückzahlung des Kapitals ist von der Regierung des Bundesstaats oder eines Einzelstaats, oder auch einer anderen Eisenbahngesellschaft zuweilen gewährleistet. Eine bundesstaatliche Zinsbürgschaft ist beispielsweise auf 30 Jahre für die zweite Klasse der B. der beiden ältesten Überlandbahnen (Union & Central Pacific Railroads) übernommen.

Nach der amtlichen, von der Interstate Commerce Commission herausgegebenen Eisenbahnstatistik für 1887/88 standen in diesem Jahr auf 136 883 Meilen Eisenbahnen insgesamt für 3 816 379 040 Dollars B. aus, welche 46,94 % des von den Eisenbahnen angegebenen Anlagekapitals darstellten. v. d. Leyen.

Bonelli, Gaetano, italienischer Physiker, geb. zu Mailand 1815, gest. zu Turin am 20. September 1867, widmete sich nach Vollendung seiner Studien in Turin dem Lehrfach und erteilte Unterricht in der Physik, sowie im Gebrauch des Morsé'schen Telegraphen; später wurde er Vorsteher des Telegraphenamts daselbst. 1856 konstruierte B. einen elektrischen Zugstelegraphen, durch den es möglich wurde, daß die Züge auf der Bahn in ununterbrochenem Verkehr mit den Stationen bleiben. Die diesbezüglichen Versuche wurden mit Wheatestoneschen Nadeltelegraphen auf der Strecke Paris-St. Cloud unternommen. Darauf beschäftigte er sich mit der Ausführung eines Kopiertelegraphen. Heusinger.

Bonifikationen (*Bonifications*, f. pl.), Nachlässe, welche unter gewissen Bedingungen von den allgemein giltigen Frachtsätzen oder Nebengebühren gewährt werden. Die Bezeichnung wird, der etymologischen Wortbedeutung gemäß, in der Regel nur dann angewendet, wenn die Nachlässe nach bereits erfolgter Zahlung des Normalbetrags, also im Rückvergütungsweg effektuiert werden; doch findet sich auch hie und da die Anwendung im weiteren Sinn, wonach unter B. Frachtbegünstigungen im Rückvergütungsweg und im Kartierungsweg verstanden werden, sobald ein gewisses allgemeines oder besonderes Vertragsverhältnis als Grundlage gedacht wird. In diesem Sinn pflegt man bei den einzelnen Bahnverwaltungen von Bonifikationsbüchern zu sprechen, in welche die sowohl im Rückvergütungs-, wie im Kartierungsweg gewährten Frachtbegünstigungen mit allen wesentlichen Merkmalen, insbesondere auch mit Anfangs- und Endtermin und mit der Annahmeklausel durch die Vergütungswerber u. dgl., behufs Evidenzhaltung und Kontrolle eingetragen werden (s. auch Refaktien und Tarifbegünstigungen). Dr. Lange.

Bonn-Kölner Eisenbahn, vormals selbständige Eisenbahngesellschaft mit Konzession vom Jahr 1841, eröffnete ihre Linie Bonn-Köln 1844 und fusionierte sich mit der rheinischen Eisenbahn im Jahr 1857 in der Weise, daß die Aktien der Bonn-Kölner Eisenbahn in $5^1/_2$%ige Stammprioritätsaktien der rheinischen Bahn (s. d.) umgewandelt wurden.

Booth, Henry, als Sohn eines Kornhändlers in Liverpool am 4. April 1788 geboren, wurde nach Beendigung seiner Erziehung zunächst im Geschäft seines Vaters verwendet; später führte er als Kornhändler Geschäfte auf eigene Rechnung, doch mit wenig Erfolg, bis er im Jahr 1822, zur Zeit als der Plan zur Errichtung einer Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester in die Öffentlichkeit kam, seinen richtigen Wirkungskreis fand. Im Gründungskomitee war er Sekretär und einer der Hauptförderer dieses Plans. Der Prospektus und viele andere damit verbundene Publikationen rührten von ihm her. Im Jahr 1825 kam die Bill der Liverpool-Manchester Bahn vor das Parlament, wurde jedoch verworfen; im nächsten Jahr wurde sie durchgebracht und B. wurde Sekretär und Schatzmeister der Gesellschaft, später Direktor, in welcher Eigenschaft er an dem Bau der im Juni 1826 begonnenen und 1830 vollendeten Linie thätigen Anteil nahm. Die Einführung der Dampflokomotive als Betriebsmotor auf dieser Bahn und der durchschlagende Erfolg, welchen sein Freund George Stephenson bei der in Romshild im Oktober 1829 von den Direktoren abgehaltenen Konkurrenz mit seiner Maschine errang, waren vornehmlich sein Verdienst. Robert Stephenson sagt, daß sein Vater im Verein mit B. die „Rocket-Lokomotive“ konstruierte, welche bei dem der Eröffnung der Liverpool-Manchester Bahn vorangegangenen Konkurrenzbewerb den Preis davontrug. Die Konstruktion des Dampfkessels mit vielen Siederohren zur Erzielung einer großen und wirksamen Heizfläche ist einer Eingebung B. zu danken.

B. verdankt man ferner die Kuppelschraube, die Federbuffer und die erste Schmiereinrichtung für die Wagenachsen.

Als im Jahr 1846 die London and North Western - Eisenbahngesellschaft durch Fusion verschiedener Gesellschaften gebildet wurde, erhielt B. den Posten eines Sekretärs für die nördliche Sektion und im Oktober 1848 wurde er Direktor.

Am 18. Mai 1859 zog er sich vom Dienst zurück, nachdem ihn die Gesellschaft vorher mit einem Geschenk von 5000 Guineen zum Zeichen ihrer Dankbarkeit für seine Dienste geehrt hatte. Den Rest seines Lebens verbrachte er in seiner Heimatstadt, wo er einige Jahre hindurch das Amt eines Landrichters versah. Er starb in Liverpool am 28. Mai 1869.

Unter seinen zahlreichen Schriften sind zu bemerken:

1. Ein offener Brief an Lord Campbell über die 9. und 10. Acte (Vict. cap. 93, 1854), worin er auf das Nachdrücklichste gegen „Lord Campbells Acte“ (1846), mit welcher den Eisenbahnen bei Unfällen auf ihren Linien für den Verlust von Menschenleben die Ersatzpflicht auferlegt wurde, protestierte. Er erklärte: „Bei der Herstellung der Eisenbahnen sind es die Eisenbahngesellschaften, welche die großen Leidenden sind; für das Publikum waren sie nahezu von universellem Gewinn, und dennoch wurden sie jetzt mit dieser Acte, welche durch die Art ihrer Auslegung seitens der Jury noch verschlimmert wird, für die entstandenen Verluste haftbar gemacht.“ Hauptsächlich eiferte er gegen den Grundsatz, daß diejenigen, welche ein gleiches Fahrgeld zahlten, mit Rücksicht auf deren Lebensstellung einen verschiedenen Entschädigungswert haben sollten.

2. Ein offener Brief an His Majesty Commissioner on Railways in Irland, worin die Ratsamkeit der Befolgung eines einheitlichen Plans in der Herstellung der internationalen Linien betont wird.

3. Die Gleichförmigkeit der Uhrzeiten mit besonderer Berücksichtigung der Eisenbahnen und der elektrischen Telegraphen (1847).

Bordes, J. P. de, im Jahr 1817 zu Amsterdam geboren und an der kgl. Militärakademie zu Breda zum Pionieroffizier ausgebildet. Im Jahr 1860 nahm er als Hauptmann seine Entlassung, um als Schriftführer des von der Regierung eingesetzten Ausschusses für Vorarbeiten zum Bau und zur Oberaufsicht der Staatseisenbahnen aufzutreten. Im folgenden Jahr zum Mitglied dieses Ausschusses ernannt, wurde er bald darauf vorsitzendes Mitglied des Oberaufsichtsrats für die holländischen Eisenbahnen. In dieser Stelle bearbeitete er die Grundzüge der Gesetze für den Betrieb der Staatsbahnen.

Im Jahr 1863 trat B. als Oberingenieur bei der niederländisch-indischen Eisenbahngesellschaft ein, baute als solcher während eines mehr als sechsjährigen Aufenthalts auf Java die Eisenbahn von Samarang nach den Fürstenländern und bearbeitete das Projekt für eine Bahn von Batavia nach Buitenzorg.

Im Jahr 1870 nach den Niederlanden zurückgekehrt, wurde B. Mitglied der Direktion der Südostbahn und erbaute in dieser Eigenschaft die Bahn von Leyden nach Woerden und den ersten Dampftramweg in den Niederlanden, und zwar die der niederländisch-rheinischen Eisenbahngesellschaft gehörende Linie vom Haag nach Scheveningen. Perk.

Bordwände, Stirn- und Längswände offener Güterwagen. Man unterscheidet feste, umlegbare (in Scharnieren bewegliche) und abnehmbare B. Solche mit einer Höhe bis 0,5 m werden Niederbordwände, solche mit größerer Höhe Hochbordwände genannt.

Borowitschi-Eisenbahn, im nordwestlichen Rußland gelegene Privateisenbahn mit dem Sitz der Gesellschaft in Petersburg und der Betriebsdirektion in Borowitschi. Die 28,5 Werst oder 30,4 km lange eingleisige Bahn mit einer Spurweite von 5 engl. Fuß = 1,524 m verbindet die Station Uglowka der Nikolaibahn (Petersburg-Moskau) mit der Stadt Borowitschi und wurde am 20. März 1877 für den Güterverkehr und am 1. Oktober desselben Jahrs für den Personenverkehr eröffnet. Das Anlagekapital beträgt 1 655 625 Rubel Metall, ist jedoch noch nicht voll begeben. Im Jahr 1882 wurde die Bahn als insolvent erklärt und kämpft auch gegenwärtig noch mit finanziellen Schwierigkeiten.

Der Fahrpark bestand 1886 aus 4 Lokomotiven, 11 Personen- und 51 Güterwagen. Die Einnahmen beliefen sich 1886 auf 47 619,07 Rubel, die Ausgaben auf 48 493,72 Rubel, was einem Betriebskoefficienten von 101,84 % entspricht. Askenasy.

Borsig, 1. Johann, Carl, Friedrich, August, Begründer einer der bedeutendsten technischen Werkstätten Deutschlands, geboren 25. Juni 1804 zu Breslau, besuchte daselbst die Gewerbebauschule, wählte das Zimmerhandwerk zu seinem Beruf und wurde 1825 auf Veranlassung der königl. Regierung zu Breslau zu weiterer Ausbildung auf das königl. Gewerbeinstitut zu Breslau gesandt. Bei seiner besonderen Vorliebe für Mechanik trat B., um sich im praktischen Maschinenbau gründliche Kenntnisse zu erwerben, zu Berlin in die Maschinenbauanstalt von F. G. Egells ein, übernahm dann die Leitung der mit jener Anstalt verbundenen „Neuen Berliner Eisengießerei“ bis 1836, und begründete, als um jene Zeit der Bau der Eisenbahnen auch für Deutschland eine Lebensfrage geworden war, eine Maschinenbauanstalt dicht vor dem Oranienburger Thor in Berlin, bei deren Eröffnung 1837 er etwa 50 Arbeiter beschäftigte. Diese Anstalt erfreute sich raschen Aufschwungs, so daß 1847 in derselben an 1200 Arbeiter beschäftigt wurden, die bei der Märzrevolution 1848 und später eine nicht zu unterschätzende Rolle spielten. Die Anstalt widmete sich besonders dem Bau von Lokomotiven, deren bis Mitte 1851 überhaupt 330 Stück daraus hervorgegangen waren; im Jahr 1847 allein lieferte sie 67 Lokomotiven nebst Tendern, also mehr, als je in einem Jahr eine der größten Werkstätten Englands geliefert hatte. Der hierdurch eingetretene starke Verbrauch an Schmiedeeisen, welches nur von den besten Eisenwerken Englands bezogen werden konnte, bestimmte B. zur Anlage eines eigenen Eisenwerks im größten Maßstab, zu welchem 1847 in Moabit bei Berlin der Grundstein gelegt und dessen Betrieb 1850 begonnen wurde. Durch Erzeugung guten Schmiedeeisens machte B. sich von dem englischen Markt frei und eröffnete zugleich anderen eine Bezugsquelle für diesen Gegenstand im Inland. Mit Herbst 1850 ging auch die in Moabit belegene, früher der Seehandlungssocietät gehörige Maschinenbauanstalt und Eisengießerei durch Kauf an B. über. Die Absicht, sich für den Bedarf der hauptsächlichsten Materialien möglichst unabhängig zu machen, veranlaßte B. 1854 Kohlenlager bei Biscupitz in Oberschlesien anzukaufen, woran sich der weitere Plan knüpfte, in unmittelbarer Nähe derselben ein Hochofenwerk zu begründen. Er starb am 6. Juli 1854.

2. Albert, Geheimer Kommerzienrat, geboren 7. März 1829, führte nach dem Tod des vorigen, seines Vaters, dessen Pläne aus. Die von ihm in Angriff genommenen Grubenbauten gelangten 1859 zur Förderung, 1860 wurde das Hochofenwerk erbaut, welches (zuletzt mit vier Öfen in Betrieb) dem Moabiter Eisenwerk das Material lieferte. 1856 bis 1858 trat infolge günstiger Verhältnisse eine Vergrößerung der Anstalten in Berlin und Moabit ein; von da erhöhte die Lokomotivbauanstalt ihre Erzeugung auf jährlich 150—160 Lokomotiven, das Eisenwerk die seinige auf 250 000 — 300 000 Ctr. Durch die 1860 bis 1870 in Westfalen und Schlesien entstandenen vielen Walzwerke geriet das Moabiter Werk in Nachteil, weil es die hohe Fracht des Rohmaterials von Schlesien nach Berlin tragen mußte; deshalb verlegte B. 1870 das Moabiter Walzwerk nach Schlesien und richtete die freigewordenen Räume zu Schmieden und Kesselschmiedewerkstätten für die Lokomotivbauanstalten ein, wodurch deren Erzeugungsfähigkeit auf jährlich 250 Maschinen stieg. 1846 hatte die Anstalt die 100., 1854 die 500. und im Frühjahr 1873 die 3000. Lokomotive abgeliefert. Zu dieser Zeit beschäftigte B. in der Lokomotivbauanstalt 1800, der Moabiter Maschinenbauanstalt und Eisengießerei (Dampfmaschinen, Wasserhaltungs- und Fördermaschinen, Einrichtungen zu gewerblichen Zwecken, Dampfkessel, Brücken etc.) 700, in Oberschlesien (die Kohlenförderung, der Hochofen- und Walzwerkbetrieb) rund 3000 Arbeiter, einschließlich der Moabiter Schmieden insgesamt 6300 Mann. Albert B. starb am 10. April 1878 in Berlin;

seither wurden die genannten Werke für Rechnung minderjähriger Erben durch ein Kuratorium weitergeführt, welches sich im Jahr 1886 mit Rücksicht auf die Ungunst der Verhältnisse gezwungen sah, den Lokomotivbau aufzugeben. Sundt.

Borstenviehwagen (Stechvieh-, Schweinetransportwagen) (*Pork-carriages*, pl.; *Wagons*, m. pl., *pour le transport de cochons*), gedeckte Specialwagen, welche zunächst zur Versendung lebender Schweine dienen; behufs thunlichster Ausnutzung des Laderaums und der Tragfähigkeit werden solche Wagen stets mit zwei übereinanderliegenden Abteilungen (als doppelbödige Wagen, Etagewagen), zumeist auch noch mit einem am Untergestell befestigten Unterkasten (Hängekasten, Jungviehkasten) ausgeführt.

Die lichte Höhe jeder Abteilung (Etage) wird mit circa 1 m, jene des Unterkastens mit circa 0,5 m bemessen.

Die Seiten- und Stirnwände der B. werden wegen der erforderlichen Ventilation gitterartig verschalt, wobei zwischen den horizontalen oder vertikalen Verschalbrettern Luftschlitze von 80—120 mm Weite verbleiben.

Die Verschalbretter werden zum Schutz gegen das Abnagen durch die Tiere im Innern des Wagens mit Zink- oder Eisenblech verkleidet. Jede Etage, sowie der Unterkasten erhalten an jeder Längsseite des Wagens eine Schiebethür, welche mit den üblichen Haken und Zollverschlußösen versehen ist.

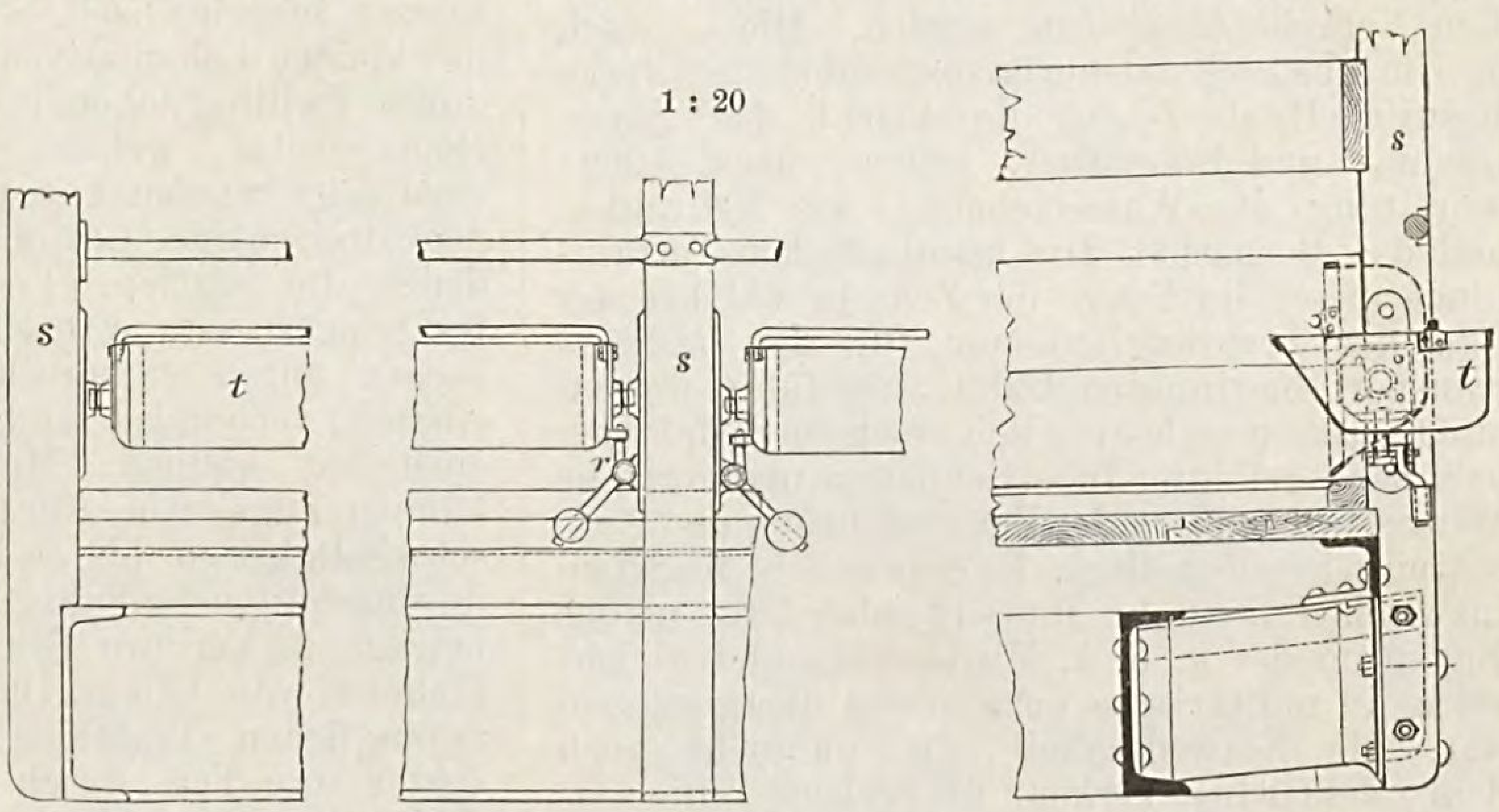


Fig. 318.

Die Unterkasten dienen entweder zur Verladung von Jungvieh oder zur Unterbringung von Futter. Für den Abfluß des Urins der Tiere, sowie des eingedrungenen Regenwassers werden die Bodenbretter mit Löchern, welche untereinander durch rillenartige Vertiefungen verbunden sind, versehen.

Für weitere Transportstrecken, zum Teil auch infolge staatlicher Vorschriften werden in jeder Abteilung Tränktröge eingestellt; dieselben sollen, ohne die Wagenthüren öffnen zu müssen, gefüllt und gereinigt werden können.

Wenn die Tränktröge ihrem Zweck einigermaßen entsprechen sollen, so müssen dieselben in genügender Anzahl vorhanden sein. Da dieselben aber, wenn sie in den Wagen eingestellt werden, einen beträchtlichen Teil der Ladefläche beanspruchen, welcher für die Verladung der Tiere verloren geht, so empfiehlt sich die in Fig. 318 dargestellte Anordnung der Tröge, bei welcher zwischen den Kastensäulen *s*, *s* längs der Seitenwände eiserne, drehbare Tröge *t* angebracht sind, welche durch Riegel in den beiden gezeichneten Lagen festgehalten werden können.

Dieselben Wagen werden für Transporte von Schafen verwendet.

Im Durchschnitt können pro 1 m² Bodenfläche verladen werden:

		pro St.
	6—7 Ferkel	mit circa 20 kg
oder	5—6 Frischlinge	„ „ 30 „
„	4 magere Schweine	„ „ 60 „
„	2 gemästete Schweine	„ „ 170 „
„	4—5 Schafe	„ „ 40 „

Da die Massentransporte von Schweinen und Schafen nur in gewissen Monaten eines Jahrs stattfinden und derartige B. für andere Transportzwecke schwer verwendbar sind, so werden auch zuweilen gewöhnliche gedeckte Güterwagen für solche Sendungen benützt und mit provisorischen Einrichtungen versehen.

Zu diesem Zweck werden die Schiebethüren in geöffneter Stellung fixiert und die Thüröffnungen mit hölzernen Vorsatzgittern von entsprechender Höhe verschlossen, um das Entspringen der Tiere zu verhüten. Bei Anbringung eines provisorischen Mittelbodens müssen auch entsprechend große Luftöffnungen (Luftklappen) an den Stirn- und Seitenwänden vorhanden sein, um die erforderliche Ventilation für die Tiere zu erzielen.

Nach den Wagenstandsverzeichnissen der Bahnen des V. D. E.-V. waren Ende 1889 bei sämtlichen Vereinsbahnen 2869 solche doppelbödige Wagen vorhanden, und zwar:

1531 St. bei den deutschen Bahnen
1193 „ „ „ österr. und ungar. Bahnen
135 „ „ „ rumänischen Bahnen
10 „ „ „ holländischen Bahnen.

Schützenhofer.

Bosnabahn (k. k. Bosnabahn) (268,2 km), die in Bosnien gelegene schmalspurige Bahn (Spurweite 0,76 m), welche von Bosnisch-Brod über Siekovac, Dervent, Doboj, Maglaj, Žepče, Zenica, Vogošća nach Sarajewo führt und von welcher fünf Schleppbahnen abzweigen. Die B. hat Anschluß in Bosnisch-Brod an die dem österreichischen Militärärar gehörige, normalspurige Verbindungsbahn Bosnisch-Brod-Slavonisch-Brod, bezw. an die königl. ungarischen Staatsbahnen, in Siekovac an die Savedampfer der ersten k. k. priv. Donau-Dampfschiffahrtsgesellschaft, in Doboj an die bosnisch-herzegowinische Staatsbahn Doboj-Simin Han und in Vogošća an die Montanbahn Vogošća-Cjevljanović.

Anlaß zum Bau dieser Bahn gab die Besetzung Bosniens und der Herzegowina seitens Österreichs im Jahr 1878; die zu erbauende Linie sollte nach dem ursprünglichen Plan als

Rollbahn ausgeführt werden und lediglich dazu dienen, den Nachschub der Verpflegung für die in Bosnien stehende Armee mittels eines leistungsfähigeren Verkehrsmittels, als der gewöhnlichen Straßenfuhrwerke und Tragtiere zu bewerkstelligen.

Aus diesem Grund mußte die neue Eisenbahn so schnell als möglich dem Militärdienst zur Verfügung gestellt werden. Die Arbeiten konnten indessen erst nach Überwindung und Beseitigung mannigfacher Schwierigkeiten (Sperrung der Saveschiffahrt durch die Aufständischen, Überschwemmung des Savethals, schlechte und aufgeweichte Wege, sowie Mangel an Arbeitern) begonnen werden, wurden aber alsdann so gefördert, daß der Unterbau bereits im Dezember 1878 bis Žepče, dem vorläufigen Endpunkt der (145 km langen) Bahn im wesentlichen fertiggestellt war, während der Oberbau erst Ende Januar 1879 bis Doboj verlegt werden konnte; der erste Zug verkehrte am 24. März 1879 bis Doboj, am 22. April bis Žepče.

Der Weiterbau der Bahn bis Zenica wurde Ende Januar in Angriff genommen und es konnte diese Strecke bereits am 8. Juni 1879 dem Verkehr übergeben werden. Die — auch im Unterbau schmalspurig ausgeführte — Strecke Bosnisch-Brod - Zenica durchzieht das Save-, Ukrina- und Bišnjathal, ferner, nach Überschreitung der Wasserscheide, das Veličanka- und das Bosnathal. Die mannigfachen Terrainhindernisse, die Kürze der Zeit, in welcher der Bau der ursprünglich nur für den Militärtransport bestimmten Bahn ausgeführt werden mußte, lassen es begreiflich erscheinen, daß sich bald nach erfolgter Inbetriebnahme mannigfache Mängel hinsichtlich der Bauausführung und Ausrüstung herausstellten. Es ergab sich, nachdem inzwischen die Bahn im September 1879 in das Eigentum des k. u. k. Militärärars und gleichzeitig in militärische Verwaltung übergegangen war, die Notwendigkeit, die nunmehr auch dem öffentlichen Verkehr übergebene Linie teilweise umzugestalten und neue leistungsfähigere Betriebsmittel für dieselbe zu beschaffen, eine Aufgabe, die auch bereits in Angriff genommen wurde und im Lauf der Zeit nach Maßgabe der zur Verfügung stehenden Geldmittel zur Ausführung gelangen wird.

Durch diese Umgestaltungen erhöhte sich das ursprüngliche Anlagekapital von 3 962 600 fl. bis Ende 1888 auf 7 042 301 fl.

Durch Gesetz vom 4. Februar 1881 wurde die Regierung zur Bestreitung der auf 3 831 000 fl. veranschlagten Kosten für die Weiterführung der Bahn von Zenica bis Sarajewo, aus den gemeinschaftlichen Reichsfinanzen, zu Lasten von Bosnien und der Herzegowina ermächtigt. Bereits im April wurde mit den Aufnahmen für das Bauprojekt und im August mit den Bauarbeiten begonnen. Dieselben wurden von der Bauunternehmung Gerstle & Comp. ausgeführt und fand die Eröffnung der (im Unterbau normalspurig und nur im Oberbau schmalspurig ausgeführten) Fortsetzungsstrecke am 5. Oktober 1882 statt.

Die ersten Anlagekosten betrugen 3 785 209 fl. und erhöhten sich bis Ende 1888 auf 3 887 036 fl.

Bei der Traceführung wurden ursprünglich 50 m als kleinster Kurvenhalbmesser angenommen; in Ausnahmsfällen wurden jedoch auch Bögen mit geringeren Radien von 40 und selbst von 35 m ausgeführt. Die Brücken und Durchlässe wurden anfänglich nahezu durchwegs als Holzkonstruktionen hergestellt, sind jedoch zumeist durch gemauerte Objekte und Eisenbrücken ersetzt. Zwischen den Stationen Nemila und Vranduk wurde die B. durch einen 15 m langen, später in einen Einschnitt verwandelten Tunnel geführt, welcher insofern bemerkenswert ist, als in demselben eine Höhle mittels einer Brücke übersetzt werden mußte. Die Hochbauten waren ursprünglich in der einfachsten Weise aus Fachwerk mit Bretter- und Schindelverschalung hergestellt, sind jedoch im Lauf der Jahre meist in definitive Bauten umgewandelt und auch vielfach erweitert worden. Ebenso wurde der Oberbau, welcher aus Schienen von 9,8, 14,25, 15 und 17,5 kg Gewicht pro Laufmeter hergestellt war, seither nahezu gänzlich rekonstruiert und sind nunmehr zumeist Schienen von 17,9 kg Gewicht pro Meter in Verwendung; die anfänglich verwendeten Schleppwechsel mit 27 m Radius wurden gegen Spitzweichen und die Weickum-Drehscheiben von 3,1 m gegen Drehscheiben von größerem Durchmesser ausgewechselt. — Im Jahr 1882 wurden die kleinen Lokomotiven mit geringer Zugkraft durch Zwillingslokomotiven von Krauß in München ersetzt, welche gekuppelt und einzeln verwendet werden konnten. Im Jahr 1885 wurden dreiachsige Lokomotiven eingeführt, bei denen die mittlere (Treib-) Achse in Rahmen festgelagert ist, während die beiden Kuppelachsen durch entsprechendes Hebelwerk mit einander verbunden sind, so daß sie sich radial einstellen können. Mit diesen Lokomotiven können Züge von 150 t bewegt und Fahrgeschwindigkeiten bis 50 km erzielt werden. Die durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit der Züge beträgt 24 km pro Stunde im Gegensatz zur früheren von 12 km. Die Güterwagen mit einer anfänglichen Tragfähigkeit von 2 t wurden später zum Teil durch solche von 10 t Tragfähigkeit ersetzt. Ende 1888 war der Gesamtstand an Lokomotiven 19 Stück, an Salon- und Breakwagen 3 (wovon 1 Hofsalonwagen), an Personenwagen 80, an Gepäcks- und Postwagen 14 und an Güterwagen 338 Stück.

Der Betrieb der B. und auch der bosnisch-herzegowinischen Staatsbahn Doboj-Simin Han, sowie der 20,5 km langen Montanbahn Vogošća-Cjevljanović (für Rechnung der Gewerkschaft Bosnia) wird durch die Direktion der k. k. Bosnabahn, deren Sitz im Jahr 1886 von Dervent nach Sarajewo verlegt worden ist, geleitet. Die Oberaufsicht über die Verwaltung der B. führt das Reichskriegsministerium, das sich die Bewilligung des Voranschlags, überhaupt die Entscheidung aller wichtigeren Angelegenheiten und die Anstellung der Beamten nach Antrag der Direktion vorbehalten hat. Der Direktor, der Betriebsleiter und einige Oberbeamte sind dem Offizierstand des k. u. k Eisenbahn- und Telegraphenregiments entnommen, während die meisten Posten der Rechnungsbeamten mit k. u. k. Militärbeamten besetzt sind. Die übrigen Beamten und das Dienerpersonal gehören dem Civilstand an. Im Jahr 1888 stellten sich die Einnahmen auf 851 255 fl., die Ausgaben auf 503 754 fl.; Betriebskoefficient 59%.

S. die ausführliche Besprechung dieser Bahn von Nördling in der Zeitschrift für das gesamte

Lokal- und Straßenbahnwesen, Jahrg. 1883; Guttenberg, Die bosnischen Bahnen, Österr. Eisenbahn-Zeitung 1886; Die k. k. Bosnabahn (1879—1889), Sarajewo 1889. Rübenach.

Bosnisch - herzegowinische Staatsbahnen (188,7 km), im österreichischen Occupationsgebiet gelegene Schmalspurbahnen (0,76 m Spurweite), welche unter der Oberleitung des gemeinsamen Finanzministeriums stehen. Die bosnisch-herzegowinischen Staatsbahnen umfassen die Linie Doboj - Simin Han (66,7 km), deren Betrieb die Direktion der k. k. Bosnabahn führt, und die Sackbahn Metković - Mostar - Rama (Ostrožac)-Konjica (122 km), die einer besonderen Betriebsleitung in Mostar unterstellt ist und deren Fortsetzung bis Sarajewo projektiert ist.

Die Anlage der Bahn Doboj - Simin Han erschien nach beendigter Occupation strategisch und volkswirtschaftlich als ein Bedürfnis und wurden bezüglich der Ausführung mit einer Unternehmung Verhandlungen eingeleitet, welche sich aber zerschlugen, nachdem die Unternehmung für die Herstellung dieser Strecke mit Rücksicht auf die notwendigen Felsarbeiten und andere Terrainschwierigkeiten vier bis fünf Millionen Gulden präliminierte. Als jedoch nach kurzer Zeit sich andere Unternehmer bereit erklärten, die genannte Strecke um den Betrag von zwei Millionen Gulden herzustellen, wurde die Bauausführung besonders mit Rücksicht darauf, als Ende 1883 aus dem Tabakmonopol ein gleich hoher Betrag erübrigt war, beschlossen. Weitere Studien ergaben noch günstigere Resultate, und stellten sich nach diesen die Kosten nur mehr auf 1 300 000 fl. Auf Grund dieses Voranschlags wurde an die Legislative herangetreten und die Regierung durch ein Gesetz vom 25. April 1884 ermächtigt, den Betrag von 1,3 Mill. Gulden aus den Einnahmeüberschüssen Bosniens und der Herzegowina zu beschaffen. Ende Oktober 1884 wurden die Bauarbeiten begonnen und derart gefördert, daß die Strecke Doboj über Suhopolje, Gračanica, Petrovoselo, Miričina, Dubošnica, Puračić-Lukavac, Bistarac, Bukinje, Kohlengrube, Dolnja Tuzla nach Simin Han schon am 29. April 1886 dem Personen- und Güterverkehr übergeben werden konnte. Die Bahn dient vorzüglich der Beförderung von Kohlen aus den Gruben von Tuzla und der Verfrachtung von Salz aus dem Salzsudwerk bei Simin Han. Durch weitere Ersparnisse während des Baues wurden die Kosten noch derart vermindert, daß die Doboj - Simin Han-Bahn zu den billigst gebauten Bahnen Europas gehört, indem das Kilometer nur auf 19 490 fl. zu stehen kam.

Zur Herstellung einer Verbindung Bosniens mit der Herzegowina hatte man schon 1884 die Fortsetzung der Bosnabahn von Sarajewo über Mostar bis an die adriatische Küste bei Metković geplant. Die Verwirklichung dieses Plans scheiterte aber an der Schwierigkeit der Beschaffung des notwendigen Baukapitals und konnte der Bau der Teilstrecke Metković-Mostar (43 km) erst dann sichergestellt werden, als die Reichsregierung die Ermächtigung erhielt (Gesetz vom 5. Juni 1884), den Provinzen Bosnien und Herzegowina ein Darlehen von 1 700 000 fl. zu gewähren. Nachdem die erwähnte Strecke binnen Jahresfrist vollendet und eröffnet war (14. Juni 1885), brachte die Regierung 1886 einen Gesetzentwurf ein, demzufolge sie ermächtigt werden sollte, den occupierten Gebieten abermals ein Darlehen, und zwar in der Höhe von 2 800 000 fl. behufs Weiterführung der Linie bis zur Einmündung des Ramaflusses in die Narenta zu gewähren. Der Gesetzentwurf wurde alsbald zum Gesetz erhoben und an den Bau der Linie Mostar-Rama (Ostrožac) (66 km) geschritten, welche am 22. August 1888 zur Eröffnung gelangte. Im Jahr 1888 wurde der Weiterbau der Eisenbahn von Ostrožac nach Sarajewo genehmigt und ist im Gesetz für den Ausbau ein Zeitraum von dritthalb Jahren festgestellt. Die Teilstrecke Ostrožac-Konjica (13 km) wurde am 10. November 1889 dem öffentlichen Verkehr übergeben.

Die weitere Strecke nach Sarajewo ist im Bau und soll mit Rücksicht auf die großen Steigungen nach dem Abt'schen Zahnstangensystem betrieben werden.

Das Erträgnis der B. war insbesondere für die Linie Metković-Mostar anfangs ein günstiges. Durch den Weiterausbau der Strecke bis zum Gebirgspaß Konjica, wo sie dermalen als Sackbahn endet, hat die Rentabilität bedeutend abgenommen und ist der Betriebskoefficient auf über 80% gestiegen. Nach Ausbau der Linie bis Sarajewo dürften sich die Erträgnisse der B. jedoch wieder bessern. Der Oberbau der B. besteht aus Vignolesschienen mit hölzernen Querschwellen; die größte Steigung beträgt 10‰, der kleinste Krümmungshalbmesser 80 m. Die Einnahmen der Linie Doboj-Simin Han betrugen im Jahr 1889: 108 000 fl., die Ausgaben 88 500 fl., was einem Betriebskoefficienten von 82% entspricht. Der Fahrpark dieser Linie bestand aus drei Tenderlokomotiven, 18 Personen- und 18 anderen Wagen. Der Fahrpark der Linie Metković-Mostar-Konjica setzte sich zusammen aus zwei Radiallokomotiven, vier dreiachsigen Tenderlokomotiven, 23 Personen- und 70 anderen Wagen. Dr. Ziffer.

Bouches du Rhône chemins de fer régionaux, Lokalbahnen im südöstlichen Frankreich (Departement Bouches du Rhône), welche an die Paris - Lyon - Mittelmeerbahn Anschluß haben und im Eigentum einer Privatgesellschaft stehen. Die Bahn Pas - des-Lanciers-Martigues (19 km) wurde am 22. Dezember 1872, die Bahn Arles-Fontvieille-Salon (46 km) bis Fontvieille am 28. Dezember 1875, bis Salon am 28. März 1887 eröffnet. Die Strecke Tarascon-Orgon (35 km) wurde bis St. Remy am 25. Mai 1875 dem Verkehr übergeben und die Endstrecke am 15. Dezember 1887 vollendet. Im Jahr 1887 gelangten ferner die Lokalbahnen Barbentane - Orgon (28 km) und Ciotat gare-Ciotat ville (5 km) zur Eröffnung, und zwar erstere am 15. Dezember, letztere am 9. Dezember. Die Anschlußstationen an die Paris-Lyon-Mittelmeerbahn sind: Pas-des-Lanciers, Arles, Salon, Tarascon, Orgon, Barbentane und Ciotat (gare).

Boudoirschlafwagen, s. Schlafwagen.

Bourdon, Eugène, geboren zu Paris am 8. August 1808, bekannt durch die Erfindung des nach ihm benannten Metallmanometers; von ihm rühren auch eine ventillose Speisepumpe, ein Niveauanzeiger mit Sicherheitspfeife, eine automatische Schmierbüchse und andere Erfindungen her.

Zuletzt beschäftigte sich B. mit der Beobachtung des Widerstands des Winds an in Be-

wegung befindlichen Zügen. Er starb während eines einschlägigen Experiments infolge Absturzes von einem Zug.

Boussole, s. Galvanoskop.

Boussolenzug, Polygon, dessen Brechungswinkel mittels der Boussole gemessen werden. Speciell versteht man unter B. einen Linienzug, welcher in der Weise gemessen wird, daß man dem Terrain folgend mit gleichen Seitenlängen (am besten Länge eines Stahlbands von 20 m) weitergeht, die Richtung für jede Seitenlänge durch Boussolenpeilung bestimmt und die Neigung der Seite gegen die Horizontale mit Hilfe eines Gefällmessers ermittelt (Vor- und Rückvisur zu empfehlen).

Der gemessene Höhenwinkel α ergiebt aus Tabellen für $20.\cos\alpha$ und $20.\sin\alpha$ die Horizontalprojektion und den Höhenunterschied für jede Seitenlänge.

Der Zug wird mit Hilfe eines Transporteurs auf Pauspapier aufgetragen und unter Berücksichtigung der Nordrichtung zwischen bereits anderweitig bestimmten Punkten eingepaßt. Allfällige Anschlußwidersprüche in horizontaler Richtung werden graphisch im Verhältnis zur Anzahl der Seiten in der Weise verteilt, daß jeder Eckpunkt parallel zur Verbindungslinie des richtigen Punkts mit dem aus dem B. resultierenden, um den seiner Ordnungszahl entsprechenden Teil der ganzen Differenz verschoben wird.

Die Verteilung eines Widerspruchs in der Höhe erfolgt im Verhältnis der Höhendifferenzen für die einzelnen Seiten zur Summe sämtlicher Steigungen und Gefälle.

Die B. eignen sich vorzüglich zur Aufnahme von Höhenpunkten im Terrain mit mangelhafter Aussicht (Wald mit Unterholz, Gebüsch u. s. w.). Tafeln für $20.\cos\alpha$ und $20.\sin\alpha$ s. Jordan, Handbuch der Vermessungskunde.

Box, s. Feuerbox.

Boxverfahren beim Verladen der Kohle, s. Kohlenladevorrichtungen.

Bozen-Meraner Eisenbahn (32 km), normalspurige, eingleisige Lokalbahn in Tirol, führt von der 260 m über dem Meer gelegenen Station Bozen der (Innsbruck und Ala verbindenden) Brennerbahn (s. d.) längs des Laufs der Etsch nach dem vielbesuchten Luftkurort Meran; außerdem haben an diese Linie vier Schleppbahnen in der Länge von 0,592 km Anschluß.

Bereits durch Gesetz vom 28. Juni 1872 wurden für eine Eisenbahn von Bozen nach Meran verschiedene Begünstigungen gewährt. Nachdem durch die Urkunde vom 14. September 1872 dem Freiherrn von Schwarz, Johann von Putzer-Reibegg und Eduard von Weinhart die Konzession zum Bau und Betrieb dieser Bahn erteilt war, arbeitete der damalige Ingenieur Heinrich Böhm einen auf ganz neuen Grundlagen beruhenden Bauplan aus, dessen Verwirklichung sich aber (da mit der Bahnanlage auch eine Regulierung der Etsch verbunden werden sollte) so verzögerte, daß die Konzession im Jahr 1874 für erloschen erklärt werden mußte. Die Staatsregierung trat jedoch im Jahr 1876 der Angelegenheit wieder näher, indem durch Gesetz vom 11. März zum Zweck der Durchführung des Baues ein vom Beginn des zweiten Betriebsjahrs an mit 5% zu verzinsendes Darlehen von 1 000 000 fl. den Bauunternehmern zugesichert wurde. Nach den Bestimmungen dieses Gesetzes sollte vom zweiten bis zehnten Betriebsjahr nicht mehr als die Hälfte der erzielten jährlichen Betriebsüberschüsse von der Staatsverwaltung als Zinsen in Anspruch genommen werden, dagegen nach Ablauf des 30. Betriebsjahrs der noch nicht getilgte Rest des Darlehens jederzeit kündbar sein. Im Jahr 1880 wurde die Konzession durch Urkunde vom 16. Juni von neuem, und zwar an den Grafen Brandis und Heinrich Böhm auf 90 Jahre erteilt, auch Steuerfreiheit während der Bauzeit und 20 Jahre vom Eröffnungstag der Bahn ab gewährt, endlich durch Übereinkommen vom 7. Juli 1880 der vorerwähnte Bauvorschuß zugestanden. Den energischen Anstrengungen der Bauleitung gelang es, trotz bedeutender Schwierigkeiten die Bauausführung so zu betreiben, daß die Bahn am 4. Oktober 1881 dem Betrieb übergeben werden konnte. Am 28. Juni 1882 konstituierte sich die Gesellschaft unter der Firma: K. k. priv. Bozen-Meraner Bahn. Der Verkehr, an dem übrigens die Personenbeförderung den überwiegenden Anteil hat, gestaltete sich alsbald außerordentlich lebhaft und erfuhr fortwährende Steigerungen; derselbe wurde jedoch mehrfach durch Hochwasser, welche nicht nur die Unterbrechung des Betriebs der eigenen Bahn, sondern auch desjenigen der Brennerbahn im Gefolge hatten, empfindlich getroffen; es wurde deshalb zur Abstellung dieser Mißstände die erforderliche Regulierung der Wildbäche Tirols energisch in Angriff genommen.

Das Anlagekapital der Bahn beträgt außer dem — zum Teil bereits zurückgezahlten — Bauvorschuß 1 250 000 fl., und zwar 1 125 000 fl. Aktien und 125 000 fl. Prioritätsobligationen.

Im Jahr 1888 betrug der Betriebsüberschuß 116 185 fl., der Betriebskoefficient 50,51%. Der Fahrpark bestand Ende 1887 aus 4 Lokomotiven, 16 Personenwagen (I. und III. Klasse) und 60 Lastwagen; II. Klasse führt die B. nicht.

Vorstand der B. ist die Direktion der k. k. priv. Bozen-Meraner Bahn in Wien, der eine Verkehrsinspektion in Meran unterstellt ist.

Rübenach.

Brade, W. C., geboren 1792, wurde für die militärische Laufbahn ausgebildet. B. etablierte sich 1819 als Privatingenieur und Architekt in Amsterdam und war der erste, der in den Niederlanden eine einigermaßen detaillierte Beschreibung von dem Bau und dem Betrieb der Eisenbahnen gab, und zwar im IV. Band des von ihm im Jahr 1834 veröffentlichten theoretischen und praktischen Handbuchs der Baukunde.

Zugleich mit L. le Chevalier und Serrurier wurde B. 1836 die Konzession für den Bau und den Betrieb einer Versuchseisenbahn von Amsterdam nach Haarlem erteilt.

Diese erste Konzession verdankt ihre Ausführung hauptsächlich der Energie und Arbeit des B., der als Direktor der holländischen Eisenbahngesellschaft den Bau leitete. Perk.

Braine le Comte à Courtrai, schmalspurige Privateisenbahn Belgiens, welche auf Grund des zwischen dem belgischen Staat einerseits und der Aktiengesellschaft der Kohlenwerksbahnen (Société anonyme des chemins de fer des Bassins Houillers), sowie der Société générale d'exploitation andererseits geschlossenen Vertrags vom 25. April 1870 im Be-

trieb der belgischen Staatsbahnen (s. d.) steht. Mit kgl. Entschließung vom 17. August 1863 (Gesetz vom 28. Mai 1856) wurde einem Konsortium die Eisenbahn von Braine le Comte über Enghien, Lessines und Renaix nach Courtrai konzessioniert; die Gesellschaft konstituierte sich alsbald unter der Firma Société anonyme du chemin de fer de Braine le Comte à Courtrai, und wurden deren Statuten unterm 11. November 1863 genehmigt. Das Gesellschaftskapital beträgt 10 500 000 Frs. Die Teilstrecke Courtrai-Renaix wurde von der Eisenbahngesellschaft Bassins Houillers du Hainaut (28,5 km) gebaut und am 1. Juni 1869 dem Verkehr übergeben. Die Teilstrecke Braine le Comte-Enghien ist im Eigentum der Eisenbahn Braine le Comte à Gand (s. d.). Hubert.

Braine le Comte à Gand (65 km), belgische Privateisenbahn im Staatsbetrieb. Durch kgl. Entschließung vom 10. Dezember 1861 (Gesetz vom 2. Juni 1861) wurde die Eisenbahnlinie von Braine le Comte über Enghien und Grammont nach Gand (Gent) einem Konsortium konzessioniert. Die Gesellschaft konstituierte sich unter der Firma Société anonyme du chemin de fer de Braine le Comte à Gand. Das Gesellschaftskapital beträgt 6 000 000 Frs. Die ganze Linie wurde am 29. Januar 1867 eröffnet. Der Staat ist nach dem dritten Jahr der Betriebsübernahme berechtigt, 50% der Roheinnahmen bei einer Mindesteinnahme von 11 500 Frs. pro Kilometer für sich in Anspruch zu nehmen. Das Recht erlischt im 13. Jahr, wenn während der letzten vier Jahre die kilometrische Bruttoeinnahme 23 000 Frs. erreicht. Hubert.

Brandeis-Mochow, s. Böhmische Kommerzialbahnen.

Brandschadenversicherung, Versicherung des Schadens, welcher an Immobilien und Mobilien durch Feuer verursacht wird, umfaßt bei den Eisenbahnen alle Brandschäden, welche entweder an für den Eisenbahndienst bestimmten Hochbauten und Objekten, Fahrbetriebsmitteln, Materialien und Inventargegenständen oder an den unmittelbar in den versicherten Gebäuden oder bei denselben befindlichen Mobilien des Bahnpersonals, oder endlich an den durch Fracht- oder Verwahrungsvertrag unter Haftung der Eisenbahn stehenden Gütern entstehen. Die Immobiliar- und Mobiliarversicherung der Eisenbahnen fällt vorwiegend Privatversicherungsgesellschaften zu, zuweilen bilden aber die Bahnen selbst untereinander Verbände behufs gemeinsamer Tragung von Brandschäden. Unter anderen hatten nach Übereinkommen vom 19. Dezember 1882 die österreichischen und ungarischen Eisenbahnen einen nach sieben Jahren kündbaren gegenseitigen Schadenassekuranzverband gebildet, welcher die B. obligatorisch, die Versicherung sonstiger Güterschäden fakultativ übernahm. Auf Grund der in den ersten sechs Jahren des Bestands gemachten Erfahrungen hielten es die beteiligten Verwaltungen für zweckmäßig, von dem Kündigungsrecht Gebrauch zu machen und mit 31. Dezember 1889 aus dem erwähnten Verband auszuscheiden, gleichzeitig aber mit Rechtswirksamkeit vom 1. Januar 1890 einen neuen derartigen Verband zu gründen. An diesem neuen Verband, welcher sich als gegenseitiger Brandschadenversicherungsverband österreichischer Eisenbahnen konstituierte, beteiligten sich jedoch nur die österreichischen Eisenbahnen.

Der Verband beruht im wesentlichen auf Grundlage des ursprünglichen Verbands, jedoch ist die Versicherung jener Güterschäden, welche aus anderen Ursachen als Feuer, Explosion oder Blitzschlag entstehen, gänzlich fallen gelassen worden, da die Beteiligung der österreichischen Bahnen an dieser Versicherungsart zu gering gewesen wäre, um zweckdienlich zu erscheinen.

Brandsignale werden (ohne in den Signalordnungen, bezw. Bahnpolizeireglements vorgeschrieben zu sein) an Stellen, wo die Umgebung des Bahnkörpers leicht entzündlich ist, zu dem Zweck angewendet, um den Lokomotivführer zu mahnen, alle Vorsicht aufzubieten, damit ein Auswurf von Funken und brennenden Kohlenteilen aus Schornstein und Aschenkasten an diesen gekennzeichneten Stellen der Bahn verhütet werde.

Als B. verwendet man beispielsweise weiß und rot gestrichene Tafeln, welche zweckmäßig an den Masten der Telegraphenleitung angebracht werden, oder man markiert zu diesem Zweck die Maste selbst durch entsprechenden Anstrich. (S. Brosius, Schule für den äußeren Eisenbahnbetrieb, Wiesbaden 1883.)

Brandts Gesteinsbohrmaschine, hydraulische Drehbohrmaschine (nach dem Erfinder Ingenieur Brandt in Hamburg benannt), bei welcher der Bohrer gegen das Gestein gepreßt und gleichzeitig in drehende Bewegung versetzt wird, so daß er während des Eindringens in das Gebirge brechend (keilend, fraisend) wirkt. Sämtliche Kraftausübungen werden auf hydraulischem Weg bewirkt und wird zum Betrieb der Maschine, je nach den örtlichen Verhältnissen, Wasser unter einem Druck von 25—200 at verwendet.

Der ganze Bohrapparat gliedert sich entsprechend den einzelnen Funktionen in folgende Hauptbestandteile (s. Fig. 319 *a* und *b*), und zwar in:

1. das Haupt- oder Basisstück G,
2. den Mechanismus für die drehende Bewegung,
3. das Einströmungsstück B,
4. den Mechanismus für den Vorschub,
5. das Bohrgestänge Q mit dem Bohrer M,
6. den Spannschuh F und
7. die Spülvorrichtung.

Das Haupt- oder Basisstück G dient zur Aufnahme des Mechanismus für die drehende Bewegung, welcher aus den hydraulischen Motoren D und E_1, der für dieselben als gemeinschaftliche Kurbelwelle dienenden Schnecke h^1 und dem Schneckenrad H besteht. Das mit zwei Ventilen, dem Umsteuerhahn und der Muffe A versehene Einströmungsstück B, welches unter Verwendung des Gelenkschlauchs (Kettenschlauchs) zur Verbindung mit der Wassertransmission dient, ist auf die Motoren aufgesetzt. Das ganze Basisstück ist mittels eines zur Maschinenachse vertikalen Schraubenbolzen mit dem Spannschuh F verbunden, in welchem sich behufs Befestigung der Bohrmaschine auf der Spannsäule N zwei in Scharnieren bewegliche Klemmringe befinden. Diese letzteren gestatten eine verschiedenartige Stellung der Bohrmaschine, wodurch es ermöglicht wird, die Stollenbrust (oder eine andere Gebirgsfläche) an beliebigen Punkten anzubohren.

Der mit dem Schneckenrad H in fester Verbindung stehende Mitnehmcylinder P über-


Fig. 319c.

Fig. 319b.

Fig. 319a.

trägt durch den Mitnehmerkopf K die drehende Bewegung auf den Bohrkopf L und mittels dieses auf das Bohrgestänge und den Bohrer.

Der Mechanismus für den Vorschub besteht aus dem Vorschubcylinder O und dem Vorschub- oder Preßkolben J, welcher mittels des in denselben aus der Druckleitung U eintretenden Wassers den Vorschub des Bohrgestänges hervorbringt. Der Rückzug des Bohrers wird mittels Umstellung des Umsteuerhahns am Einströmungsstück bewirkt, indem hierdurch das Druckwasser durch die Rückzugsleitung R zwischen die vordere Ringfläche des Hauptkolbens Z und die Stopfbüchse X gebracht wird.

Das Bohrgestänge Q besteht aus dem Anfangsstück, dem Zwischenstück, den nach Bedarf einzusetzenden Verlängerungsstücken, dem Kernrohr, welches zur Aufnahme der Bohrkerne und des Bohrschmands dient, und endlich aus dem eigentlichen Bohrer. Diese Stücke sind mit Ausnahme der Verlängerungsstücke, deren Länge dem Vorschub des Preßkolbens entspricht, verschieden lang, um dem Bohrgestänge die erforderliche und je nach der Entfernung der Maschine von der Angriffsfläche verschiedene Länge zu geben. Diese Stücke werden mittels vierfacher flacher Gewinde, welche an den Enden eingeschnitten sind, miteinander verschraubt. Der Bohrer M_1, das eigentliche Bohrwerkzeug, welcher aus einem kurzen Stahlrohr (s. Fig. 319c) besteht, trägt dieses Gewinde selbstverständlich nur an dem einen Ende, während in das andere, vier (auch fünf) Zähne eingeschränkt sind, welche die Bohrkrone bilden.

Die Bespülung des Bohrers und die Entfernung des feinen Bohrschmands aus demselben während der Arbeit erfolgt je nach Bedarf mittels des Abwassers der Motoren, welches aus der durch den Preßcylinder in den hohlen Preß- oder Vorschubkolben mündenden Spülwasserleitung V durch teilweises Schließen des Ablaßhahns C in das hohle Bohrgestänge und somit auch in den Bohrer geleitet wird.

Um der Bohrmaschine eine feste Stütze zu geben, wird dieselbe mittels des Spannschuhs F auf der Spannsäule N befestigt. Dieselbe besteht aus einem hohlen Cylinder mit ebensolchem Differenzialplunzerkolben, in welchen mittels eines feinen Kupferrohrs das hochgespannte Betriebswasser geführt und hiermit auch die Verspreizung zwischen den Stollenulmen erzielt wird. Zur leichteren Beförderung der Bohrmaschine und der Spannsäule zur und von der Betriebsstelle, sind beide auf einen zweiachsigen Bohrwagen montiert, und zwar derart, daß eine sowohl in horizontaler als vertikaler Richtung bewegliche Deichsel die Spannsäule trägt. Schließlich sei noch erwähnt, daß die Verbindung der Motoren mit der Betriebswasserleitung durch sogenannte Kettenschläuche (Gelenkrohre), welche aus mehreren sich in Gelenken bewegenden Gliedern bestehen, hergestellt wird, so daß also die Bohrmaschinen ohne Lösung der Verbindung mit der Wassertransmission beliebig verstellt werden können.

Je nach Bedarf werden eine oder mehrere Bohrmaschinen auf einer Spannsäule befestigt, und wurde beispielsweise bei Auffahrung des Richtstollens am Arlbergtunnel mit vier Maschinen auf einer Säule gearbeitet; Brandt hat übrigens auch einen Bohrwagen mit zwei Spannsäulen, auf welchen je zwei Bohrmaschinen befestigt werden, konstruiert.

Die Gesamtanordnung der B. ist aus Taf. IX ersichtlich.

Die B. nimmt unter der großen Zahl der seit Erbauung des Mont Cenis-Tunnels zur Verwendung gekommenen Gesteinsbohrmaschinen, sowohl durch die eigenartigen Principien ihrer Konstruktion, als auch namentlich durch ihre außerordentliche Leistungsfähigkeit eine hervorragende Stelle ein. Selbst die härtesten Gesteinsarten werden mit derselben vorteilhaft gebohrt, da die Bohrzähne tief in den Stein gepreßt werden

und bei der langsamen Umdrehung (4—12 Touren pro Minute) nicht eine Schleifarbeit, sondern eine eigentliche Steinbrecharbeit verrichten. Ferner wird durch die Wassertransmission die Anwendung sehr hohen Drucks und damit die Reduktion der Maschinen- und Rohrleitungsdimensionen auf ein kleines Maß ermöglicht. Dadurch, daß das Wasser nicht komprimierbar ist, läßt sich ein sehr hoher Nutzeffekt und somit eine sehr große Ersparnis an motorischer Kraft erzielen; das Wasser dient weiters in wirksamer Weise zur Spülung der Bohrlöcher, zur Vermeidung allen Staubs und zur Kühlung der Atmosphäre, und ist schließlich ein außerordentlich einfaches Mittel zur Beschleunigung der Ventilation gleich nach der Sprengung. Die hydraulische Transmission ist auch in wasserarmen Gegenden gut anwendbar, weil das eigentliche Betriebswasser wie ein endloses Seil immer benutzt werden kann und die insgesamt erforderliche motorische Kraft weit kleiner ist als bei anderen Betriebssystemen (z. B. Lufttransmission).

Die B. bietet daher eine Reihe von Vorteilen gegenüber den Stoßbohrsystemen und reichen in den meisten Fällen zum Betrieb derselben Wasserkräfte aus, welche für jeden andern Bohrbetrieb unzulänglich wären. Die Maschinen arbeiten kontinuierlich, ohne Stöße und sind infolge dessen höchst dauerhaft und keinen Störungen unterworfen; sie erfordern nur sehr geringe Reparaturen und hat die Praxis erwiesen, daß mit einer und derselben Maschine über 300 Bohrchargen ohne Störung gemacht werden können. Die Handhabung der Maschine ist eine sehr einfache und gestattet dieselbe die Herstellung von Bohrlöchern großen Durchmessers und bedeutender Tiefe in jeder Richtung ohne Schwierigkeit. Ein Abweichen der Bohrer aus der geraden Richtung kommt auch in dem ungleichmäßigsten Gebirge nicht vor und werden die Bohrlöcher vollkommen cylindrisch (nach hinten nicht enger) hergestellt. Die große Wirksamkeit der einzelnen Maschinen gestattet die Erzielung bedeutender Leistungen mit wenig Maschinen und kleinen Gesamtanlagen. Es werden hierdurch nicht allein die Anlagekosten der ganzen Bohrinstallation, sondern auch die Betriebskosten gegenüber anderen Bohrsystemen wesentlich vermindert.

Die erste praktische Anwendung fand die Brandtsche Gesteinsbohrmaschine beim Bau des Sonnsteintunnels an der Salzkammergutbahn; später wurde sie beim Bau des Pfaffensprungtunnels der Gotthardbahn, dann bei Auffahrung des Sohlstollens des Arlbergtunnels in großem Maßstab und mit bedeutendem Erfolg verwendet. Im Juli 1883 wurde am Arlberg mit ihr der bis dahin überhaupt noch nicht erreichte Fortschritt von 195 m Stollen erzielt, welche Leistung seither jedoch durch den im Richtstollen des Suramtunnels (Kaukasus) im Juni 1888 erzielten Fortschritt von 240 m übertroffen wurde. Eine derartige Leistung wurde bisher mit Stoßbohrmaschinen noch nicht erreicht.

Was die Durchführung einer Bohrcharge betrifft, so soll hier (Näheres siehe in den Artikeln Stollenbau und Tunnelbau) nur Folgendes erwähnt werden: der mit Spannsäule und Bohrmaschinen armierte Bohrwagen wird vor die Angriffsstelle (vor Ort) gebracht, Spannsäule und Maschinen mittels der Gelenkrohre, bezw. eines Kupferrohrs mit der Wassertransmission verbunden und die Spannsäule zwischen die Stollenulmen (oder Schachtstöße) festgespannt; hierauf werden die Maschinen mit dem Gestänge und den Bohrern versehen, gegen die anzubohrende Fläche (Stollen-Schachtort) gerichtet und in Gang gesetzt.

Ist der Vorschub des Preßkolbens beendet, so wird derselbe samt Gestänge und Bohrer zurückgezogen, das Bohrgestänge gelöst, Bohrkerne etc. aus Bohrer und Kernrohr entfernt, sodann ein Verlängerungsstück, eventuell ein neuer Bohrer eingesetzt und das Gestänge wieder verbunden. Dieser Vorgang wird so oft wiederholt, bis das Bohrloch die gewünschte Tiefe erreicht hat, worauf das Umsetzen der Bohrmaschine für ein neues Bohrloch beginnt. Ist das letzte erforderliche Bohrloch abgebohrt, so werden die Gestänge samt Bohrer von den Maschinen abgenommen, die Spannsäule wird gelöst, die Verbindungen mit der Wassertransmission werden entfernt und ein Spritzrohr auf dieselbe aufgesetzt. Hierauf wird der Bohrapparat auf Schußweite zurückgeführt, die Bohrlöcher werden geladen und gesprengt und endlich wird durch das Spritzrohr in feine Strahlen verteiltes Wasser unter entsprechendem Druck gegen die Angriffsfläche gespritzt.

Dieser letztere Vorgang wird noch 4—5 Minuten nach Abgang der letzten Mine fortgesetzt, wodurch die Sprenggase niedergeschlagen und die Arbeitsstelle von diesen gereinigt wird. Nach Wegräumen der gewonnenen Berge (des Schutts) wiederholt sich der ebenbeschriebene Vorgang.

Die für den bergmännischen Vortrieb mittels der B. nötige Installation außerhalb des Tunnels (Stollen, Grube, Schacht) ist je nach dem Umfang der zu bewältigenden Arbeiten, nach der Dauer der Gesamtarbeiten und nach den besonderen örtlichen Verhältnissen sehr verschieden.

Für Tunnelbauten umfaßt dieselbe in der Regel die Druckpumpenanlage samt Antriebsmotoren und Accumulatoren (richtiger Druckregulatoren), welch letztere je nach ihrer Gewichtsbelastung den Druck des Betriebswassers regulieren, ferner eine kleine Reparaturwerkstätte und wenn nötig eine Ventilationsanlage, um den Arbeitsstellen frische Luft zuzuführen.

Als Betriebsmotoren für die Druckpumpen kommen überall dort, wo bei längerer Bauzeit billige Wasserkräfte zur Verfügung stehen, hydraulische Motoren, namentlich rasch laufende Turbinen, dort wo billige Wasserkraft fehlt, oder nur kurze Bauzeit in Rechnung kommt, Dampfmaschinen- (Lokomobil-) Anlagen in Anwendung. Es ist jedoch auch möglich, das Betriebswasser für die Bohrmaschinen aus hochgelegenen Reservoirs (z. B. Seen oder Teichen im Gebirge, oder in Bergwerken aus den oberirdischen Gewässern oder den Pumpensätzen der Wasserhaltungsmaschinen) zu entnehmen und damit die Bohrmaschinen direkt ohne Druckpumpenanlage zu betreiben.

Die Wassertransmission wird vorteilhaft aus gezogenen schmiedeisernen Röhren mit Schraubenmuffen hergestellt und richtet sich deren Durchmesser je nach der Anzahl der gleichzeitig zu betreibenden Bohrmaschinen.

Wie bereits erwähnt, fand die Brandt'sche

Bohrinstallation beim Bau des 10240 m langen Arlbergtunnels, und zwar für die Auffahrung der westlichen Hälfte des Richtstollens (die Osthälfte wurde mit Ferroux-Maschinen und Lufttransmission betrieben) bis nun die größte Verwendung und dürfte es nicht uninteressant sein, diese Anlagen in Kürze zu besprechen.

Die maschinellen Anlagen der Westhälfte des Arlbergtunnels, soweit sie im direkten Zusammenhang mit den Tunnelarbeiten standen, trennten sich in zwei Gruppen:

I. in diejenigen Anlagen, welche ausschließlich zum Betrieb vor Ort (Bohrinstallation) und

II. in jene Anlagen, welche ausschließlich zur Lüftung (Ventilationsanlage) der Arbeitsstellen bestimmt waren (diesbezüglich s. Stollenbau, Tunnelbau, Ventilationsanlagen).

Die Einrichtung für den Betrieb des Richt- (Sohl-) Stollens mit den B. bestanden aus der Hochdruckpreßpumpenanlage, der schmiedeisernen Hochdruck- und Kraftwasserleitung und dem eingangs beschriebenen eigentlichen Bohrapparat.

An Hochdruckpumpen waren drei Gruppen zu je vier doppelwirkenden Pumpen (Differentialsystem) vorhanden. Jeder dieser Gruppen diente eine Turbine (System Girard) von circa 200 Pferdestärken als Motor. Diese Turbinen erhielten ihr Kraftwasser durch eine 450 mm weite schmiedeiserne Leitung, deren Hauptstrang sich an ein Hochreservoir von 1300 m³ Fassungsraum anschloß, welch letzteres circa 180 m höher als der Installationsplatz in Langen gelegen war. Fast sämtliche oberhalb Langen befindlichen Wasserläufe wurden dem Reservoir und der Leitung zugeführt und genügte die Minimalwassermenge dieser Wasserläufe mit circa 100 l noch, um die Hochdruckpumpen und die Werkstättenanlage zu betreiben. (Für die erste ältere Ventilationsanlage war eine separate Kraftwasserleitung vorgesehen.)

Von den drei Pumpengruppen reichte eine derselben zum Betrieb der im Sohlstollen arbeitenden B. vollkommen aus und dienten die beiden anderen Gruppen als Reserve, im letzten Baujahr teilweise und bei geringerer Tourenzahl zu untergeordneten Zwecken (Wasserstrahlpumpen, Speisung der Trinkbrunnen, Wasserstauben für Ventilationszwecke etc.). Als motorische Kraftreserve war ferner eine Dampfmaschinenanlage von circa 100 Pferdekräften vorhanden, welche in außerordentlichen Fällen und bei bedeutendem Wassermangel die Hochdruckpumpen zu treiben hatte. Diese letztere Anlage genügte, um den Bohrbetrieb nahezu voll aufrecht zu erhalten

In direkter Verbindung mit den Pumpen und den Rohrleitungen standen die Gewichtsaccumulatoren (s. früher), deren Belastung circa 5700 kg für jeden betrug, was bei einem Pistondurchmesser von 85 mm einer Wasserpressung von 100 at entspricht. Das gepreßte Wasser von 100 at Druck wurde durch zwei schmiedeiserne Leitungen von 70 mm, bezw. 80 mm lichtem Durchmesser den Bohrmaschinen zugeleitet. Kurz vor dem Durchschlag des Sohlstollens lag die Doppelleitung auf eine Länge von circa 4000 m und vereinigte sich dann in eine einzige Leitung von 80 mm lichtem Durchmesser und circa 1000 m Länge, so daß also die Gesamtlänge der Hochdruckleitung circa 5000 m betrug. Waren vor Ort alle vier Bohrmaschinen im Betrieb, so sank der Betriebswasserdruck daselbst in letzter Zeit auf circa 75 at. Die Höhendifferenz zwischen Stollenort und Pumpenhaus betrug nahezu 72 m, so daß der Druckverlust der Leitungen, hervorgerufen durch Reibungswiderstand, sich mit rund 15 at, einschließlich der Höhendifferenz mit 22,5 at ergiebt. Dies bedeutet im Verhältnis zur Länge der Leitung und der nicht unbedeutenden Kraftübertragung einen geringen Verlust.

Zergliedert man beispielsweise die Verwendung der Wasserkräfte, welche die Wasserläufe an die Pumpenturbine abgeben (das sind 60—65 l pro Sekunde mit 180 m Gefälle, mithin circa 150 Bruttopferdekräfte), so finden wir als effektive Leistung der Pumpen 8 l Hochdruckwasser pro Sekunde mit 97,5 at Pressung gleich 104 Pferdestärken; mithin Nutzeffekt 70 %. Von der Bruttokraft von 150 Pferdestärke konsumierten sonach

die Pumpenanlage circa	46 Pferdestärken
die Leitungen durch Reibungswiderstand bei 8 l Lieferung 15 at circa	16 „
die Höhendifferenz erforderte circa	8 „
zusammen circa...	70 Pferdestärken.

Es blieben daher für die vier Bohrmaschinen und die laufenden Brunnen im Tunnel noch 80 Pferdestärken, das sind mehr als 50 % Nutzeffekt der Gesamtbruttokraft, einschließlich Rohrnetz, Höhendifferenz etc.

Es ist dies ein Beweis, daß selbst bei weit größerer Stollenlänge die Reibungsverluste der Rohrleitungen bei der hydraulischen Transmission den ungehinderten Bohrbetrieb gestatten. Beim Betrieb mit komprimierter Luft treten dagegen solche Reibungswiderstände vielfach störender auf, zumal wenn mit dieser komprimierten Luft freiwillig oder unfreiwillig die Arbeitsstrecke ventiliert wird, und ist die Folge solcher Druckverluste das öftere Steckenbleiben der Schlagbohrer bei zunehmender Länge der Arbeitsstrecke.

Hieraus folgt, daß sich der Betrieb mit den hydraulischen Bohrmaschinen zu einem äußerst ökonomischen gestaltet, und stellt sich derselbe auch in dieser Hinsicht besser als bei den durch komprimierte Luft betriebenen Gesteinsbohrmaschinen.

Als Beispiel mag dienen: Zu Ende des Winters 1882/83 waren an der Ostseite des Arlbergtunnels für den Betrieb der Schlagbohrmaschinen (System Ferroux) circa 600 l Wasser pro Sekunde bei 132 m Gefälle, mithin über 1000 Bruttopferdekräfte verfügbar.

Trotzdem nun diese ganze Kraft für die Luftkompressoren der Gesteinsbohrmaschinen in Anwendung kam, so vermochten die Kompressoren doch nur circa 25 m³ atmosphärische Luft auf $2^1/_2$ at komprimiert in der Minute abzugeben, welche dann durch Reibung in den Röhren einen Druckverlust von circa 1 at erlitt, so daß dieselbe mit nur $1^1/_2$ at Pressung zu den Steinbohrmaschinen gelangte. Dies Volumen gepreßter Luft repräsentiert rund 115 Pferdestärken in ihrer Nutzanwendung auf die Bohrmaschinen oder nur circa 11 % der aufgewendeten Initialkraft. Dieser Nachteil eines unverhältnismäßig großen Kraftbedarfs für die Schlag- oder Stoß-

bohrmaschinen wird um so fühlbarer werden, wenn nicht ausreichende Wasserkräfte zur Verfügung stehen und Dampfkraft dieselben ersetzen soll.

Was speciell die allgemeinen Leistungen der B. im Arlberggestein anbelangt, so ergab sich bei durchschnittlich 6 (je nach der Härte des Gesteins 4—12) Umdrehungen des Bohrers in der Minute ein linearer Fortschritt von 60 mm (5—12 mm pro Umdrehung) im Mittel, wobei der Durchmesser der Bohrkronen rund 75 mm, der Wasserverbrauch pro Maschine circa 2 l pro Sekunde und die Anzahl der Touren an den Motoren etwa 200 (je nach dem Übersetzungsverhältnis zwischen Schnecke und Schneckenrad 150—340 Touren) pro Minute betrug. Die Ortsbrust wurde durchschnittlich mit 14 Bohrlöchern besetzt, von denen die acht oder neun Randlöcher gewöhnlich auf 1,6 m gebohrt wurden, während die übrigen Löcher als Einbruchsminen abgestufte Längen erhielten. Die Dauer eines Angriffs, inklusive Schutterung betrug durchschnittlich 6 Stunden und der hierbei erreichte Stollenfortschritt bei einem Profil von 3 m auf 2,4 m im Mittel circa 1,5 m, so daß bei normalem, homogenem Gebirge der mittlere tägliche Fortschritt während mehrerer Monate 6 m betrug; darunter kommen einzelne 24stündige Fortschritte von 7,8 bis 8,4 m vor.

Zum Vergleich der Leistungen der B. gegenüber den Schlagbohrmaschinen mögen folgende Ergebnisse bei der Auffahrung des Arlbergtunnels dienen:

Die ganze Länge des Richtstollens betrug	10 260 m
daran participiert die Ostseite in 1237 Tagen mit	5 498 „
und die Westseite in 1235 Tagen mit	4 762 „

Es ergab sich somit für beide Seiten zusammen ein Durchschnittsfortschritt von 8,3 m pro Tag.

Die Einzelnleistungen betrugen:

a) auf der Ostseite	
in 145 Tagen beim Handbetrieb	206 m
in 1068 Tagen bei einem Maschinenbetrieb	5292 „
(24 Tage kommen auf Unterbrechungen);	
b) auf der Westseite	
in 231 Tagen beim Handbetrieb	363 „
in 76 Tagen bei kombinierter Maschinen- und Handbohrung	225 „
und in 885 Tagen bei reinem Maschinenbetrieb	4174 „
(43 Tage kommen auf Unterbrechungen).	

Die somit während der ganzen Bauperiode bei der reinen Maschinenbohrung erzielten mittleren Tagesleistungen pro 4,955 m auf der Ostseite mit den Schlagbohrmaschinen System Ferroux und pro 4,786 m mit den hydraulischen Drehbohrmaschinen System Brandt, geben das beste Bild über den scharfen Wettkampf zwischen beiden Maschinen. Hierbei ist jedoch nicht zu übersehen, daß die Ferroux-Maschine in der Osthälfte unter günstigeren Verhältnissen arbeitete als die B. in der Westhälfte des Arlbergtunnels, und daß letztere infolge des ausgesprochen gebrächen und zum Teil sogar milden Gebirges, welches durch längere Zeit in der Westhälfte vorherrschte, erst später zur vollen Geltung kam. Nachdem im Jahr 1883 sich die Gebirgsverhältnisse wesentlich verbessert hatten, gestalteten sich auch die Fortschritte mit den B. weitaus günstiger und wurden vom 1. Januar 1883 bis zum Durchschlag in 310 Arbeitstagen ($6^1/_2$ Tage entfallen auf Absteckungsarbeiten für jede Hälfte) in der Osthälfte 1726 m, in der Westhälfte 1722 m, mithin beiderseits nahezu gleiche Stollenlängen aufgefahren.

Zu bemerken wäre noch, daß in der Westhälfte infolge der ungünstigen Gebirgsverhältnisse der Stollen meist mit schwerem Einbau versehen und daher mit einem weit größeren Profile ausgebrochen werden mußte, als in der Osthälfte, woraus eine größere Massenleistung für die Westhälfte resultiert, welche sich bei der Schutterung in ungünstiger Weise geltend machte; s. Bohrmaschinen.

Mayr.

Brasilien, s. Amerika.

Brassey, Thomas, einer der größten und tüchtigsten Eisenbahnbauunternehmer Englands, wurde am 7. November 1805 zu Buerton in Cheshire als Sohn eines Gutsbesitzers geboren. Nach seinem Schulbesuch trat er im Alter von kaum 16 Jahren bei einem Geometer in Birkenhead in Dienste und begann seine Laufbahn in Gemeinschaft mit seinem Lehrer mit kleinen Wegebauten in Wales. Im Jahr 1834 lernte er George Stephenson kennen, welcher ihm riet, Eisenbahnbauten zu übernehmen. Im Jahr 1836 unternahm er schon den ersten Eisenbahnbau — er baute nämlich zehn Meilen der Linie Birmingham-Liverpool — später beteiligte er sich beim Bau der Grand Junction-Railway, der London-Southampton-Railway, dann Paisley-Greenock-Railway und 1839 Sheffield-Manchester-Railway. Diese Unternehmungen brachten B. auch mit dem Ingenieur Locke in Verbindung und kam er durch diesen nach Frankreich, wo er sich 1841 und in den darauffolgenden Jahren an den Bauten der Eisenbahnen von Paris-Rouen, französische Westbahn, Orléans-Bordeaux und Rouen-Havre beteiligte. Im Jahr 1846 hatte er in Frankreich und England nahe an 900 englische Meilen teils gebaut, teils im Bau. An diese Bauten, welche B. auch außer England bekannt werden ließen, schlossen sich die Arbeiten in Holland, Belgien und Italien (1850), Norwegen (1851), Deutschland (1852), Nordamerika (1852), Rußland (Krim, die unglückliche, später wieder demolierte Balaklavabahn) (1853), Spanien (1858), Schweiz, die Mont Cenisbahn (1858), Ostindien (1859), Australien (1859), Dänemark (1860), Argentinische Republik (1864), der Bau der Bahn Lemberg-Czernowitz (1864), sowie der Rudolf-Bahn (1869) in Österreich, der Czernowitz-Suczawa-Bahn (1869) in Rumänien (1870) und der Vorarlbergerbahn (Österreich) (1870) an.

Als eines der hervorragendsten Werke B. muß die große Brücke über den Mersey bei Runcorn bezeichnet werden. B. hat bis zum Jahr 1864 selbständig und teilweise mit einigen anderen Unternehmern circa 14 000 km (2500 Meilen) Eisenbahnen gebaut, welche 280 Mill. Gulden Kapital erforderten. Er war ein kühner und dabei so glücklicher Unternehmer, daß selbst die Finanzkatastrophe von 1866 an seinem Kredit spurlos vorüberging. Seine Unternehmungen waren bei seinem am 8. Dezember 1870 zu St. Leonhardt erfolgten Tod beinahe alle

beendet und wurden die noch nicht abgeschlossenen successive durchgeführt, um seine zahlreichen Beamten noch für eine Zeit lang zu beschäftigen.

B. Thätigkeit erstreckte sich fast zu gleicher Zeit auf vier Weltteile. B. ist stets zu den geachtetsten Männern Englands gezählt worden (s. Helps, Life and labours of Mr. Brassey, London 1872). Dr. H. Gintl.

Braunau-Straßwalchener Eisenbahn, vormals Privatbahn in Oberösterreich, konzessioniert ohne Staatsgarantie 1872, eröffnet von Steindorf über Mattighofen nach Braunau am 10. September 1873, Länge 38,18 km. Der Betrieb wurde auf Grund des Vertrags vom 4. November 1873 der Kaiserin Elisabeth-Bahn gegen Ersatz der Selbstkosten übertragen. Die Betriebsresultate waren so ungünstig, daß die Bahngesellschaft sich auflösen und ihr Eigentum an den Staat (Gesetz vom 7. April 1877) für 875 000 fl. in Noten verkaufen mußte (1877); der Betrieb blieb bei der Kaiserin Elisabeth-Bahn bis zu der am 1. Januar 1881 erfolgten Übernahme derselben durch den Staat. Das Aktienkapital betrug 2 Mill. Gulden Silber; außerdem waren 3 Mill. Gulden Prioritätsobligationen ausgegeben, in Stücken à 300 fl. Silber, und wurde auf jedes Stück eine Kapitalsrückzahlung von 74 fl. ö. W. geleistet. Die Aktienbesitzer gingen leer aus (s. Österreichische Staatsbahnen). Dr. M. Haushofer.

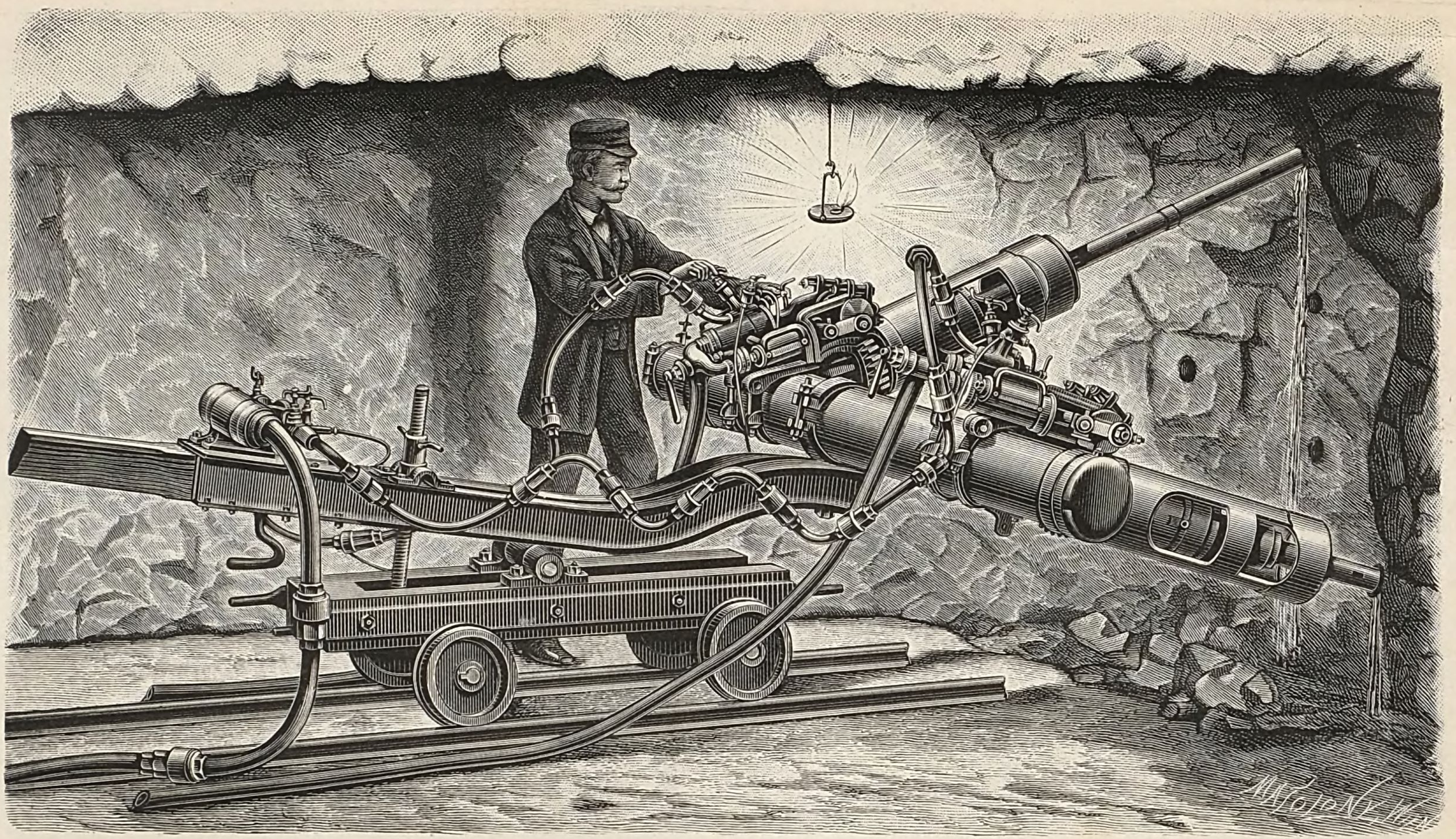
Braunkohle, s. Brennmaterialien.

Braunschweigische Eisenbahnen (437,56 km). Das Netz derselben besteht zum größten Teil aus den Linien der ehemaligen braunschweigischen Eisenbahngesellschaft — seit 1884 preußische Staatsbahnen — (352,89 km), ferner aus Stücken der beiden Privatbahnlinien Halberstadt-Blankenburg (23,92 km) und der braunschweigischen Landeseisenbahn (60,75 km).

1. Braunschweigische Eisenbahngesellschaft. Das kleine Herzogtum Braunschweig war der erste Staat Deutschlands, welcher eine Eisenbahn auf eigene Kosten erbaute und in Betrieb nahm. Es ist dies insbesondere das Verdienst des braunschweigischen Finanzdirektors August von Amsberg, welcher schon 1824 für den Plan einer Schienenverbindung der Städte Braunschweig und Hannover mit den Seestädten Hamburg und Bremen eintrat. Wenn auch die Regierung von Braunschweig zur Verwirklichung des Plans Amsbergs alles Wohlwollen bethätigte, so scheiterte doch das Unternehmen schon an den vielfachen Bedenken und Vorurteilen, welche man den Eisenbahnen damals überhaupt entgegenbrachte. Erst zehn Jahre später wurde der Gedanke wieder aufgenommen und trat die braunschweigische Regierung mit der hannöverischen in diesbezügliche Verhandlungen. Das Resultat derselben war der Vertrag vom 30. April 1834 — der erste deutsche Staatsvertrag über Anlegung von Eisenbahnen — wonach Hannover für den Fall der Herstellung von Eisenbahnen zwischen den Städten Hannover, Bremen und Harburg die Anschlüsse von Braunschweig aus gestattete. Allein die hannöverische Regierung zögerte ihre Zusicherung einzuhalten, aus Besorgnis, die projektierte Bahn könnte Braunschweig selbst in eine günstigere Position bringen als Hannover. Als auch Preußen die Beteiligung an einer Bahn von Braunschweig nach Magdeburg ablehnte, faßte Amsberg einen neuen Entschluß, ohne Verzug den Bau einer Eisenbahn von Braunschweig über Wolfenbüttel nach Harzburg auf Staatskosten zu betreiben. Die Regierung war alsbald gewonnen, und als die Landstände das für die Erbauung der Bahn notwendige Kapital bewilligt hatten, konnte mit der Ausführung im Sommer 1837 begonnen werden. Die Arbeiten wurden derart gefördert, daß die Bahn bis Wolfenbüttel (11,75 km) schon am 30. November 1838 betriebsfähig war. Die Strecke Vienenburg-Harzburg (7 km) wurde am 10. August 1840, die Strecke Wolfenbüttel-Schladen (17 km) am 22. desselben Monats, und das Mittelstück Schladen-Vienenburg (9 km) am 31. Oktober 1841 eröffnet. Die Bahn war vorläufig nur für den Personenverkehr bestimmt und bestand auch der Maschinen- und Wagenpark zunächst nur aus drei in England beschafften Dampfwagen und zwölf Personenwagen, von denen nur einer in England, die übrigen in Braunschweig gebaut waren. Der Güterverkehr entwickelte sich erst im Jahr 1841.

Im Februar und April 1841 kamen Staatsverträge mit Preußen und Hannover zu stande, wonach nunmehr die Verbindung Braunschweigs mit Magdeburg und Hannover durch Erbauung der Bahnen von Wolfenbüttel nach Oschersleben (53,90 km) und von Braunschweig nach Hannover, d. h. Braunschweig bis Landesgrenze bei Vechelde (18,58 km) sichergestellt wurde. Mit Eröffnung dieser Linien am 10. Juli 1843, bezw. 19. Mai 1844, war eine große Verkehrsstraße zwischen dem Westen und Osten Deutschlands geschaffen. Während die bestehenden braunschweigischen Staatsbahnen sich eines stets wachsenden Verkehrs erfreuten, mußte im Landesinteresse eine allmähliche Erweiterung des Netzes erfolgen. Am 5. August 1856 wurde zunächst die Bahn von Börssum nach Kreiensen (60,54 km) dem Betrieb übergeben und dadurch der Anschluß an die Hannover-Kassel-Frankfurter Bahn erreicht. Nachdem die Strecke Jerxheim-Helmstedt (23,20 km) am 20. Juli 1858 eröffnet war, trat, abgesehen von der Herstellung der Zweigbahn Büddenstedt-Trendelbusch (4,22 km), bis 1864 ein Stillstand in dem Weiterausbau ein. Erst am 10. Oktober 1865 konnte die Strecke Kreiensen-Holzminden (46,66 km) dem Betrieb übergeben werden, und als am 1. Juli 1868 auch die Strecke Jerxheim-Börssum (23,20 km) vollendet wurde, war damit über die Strecke Oschersleben-Holzminden eine neue Verbindung zwischen Berlin-Magdeburg und der westfälischen Eisenbahn geschaffen.

1869 begannen sodann die Verhandlungen mit der Darmstädter Bank über den Verkauf der braunschweigischen Bahnen, welche zum Vertrag vom 8. März 1870 führten. Es ist nicht leicht verständlich, wie damals ein Staat, der als erster in Deutschland Eisenbahnen auf eigene Rechnung baute, sich dazu entschließen konnte, diesen für seine Machtstellung und seine wirtschaftlichen Zustände so bedeutungsvollen Besitz zu veräußern; dieser Schritt kann vielleicht nur dadurch erklärt werden, daß Braunschweig infolge der politischen Veränderung des Jahrs 1866 einen erheblichen Rückgang der Rentabilität seiner Bahnen befürchtete, um so mehr als einerseits durch die Schaffung des norddeutschen Bunds den einzelnen Landesregierungen die völlig



Verlag von **Carl Gerold's Sohn** in Wien.

selbständige Einwirkung auf das Eisenbahnwesen entzogen wurde, andererseits durch die geographisch-politische Lage der braunschweigischen Bahnen, welche nunmehr nach allen Seiten zwischen preußischen Bahnen lagen, die Abhängigkeit in den Tariffragen und die Konkurrenz immer größer wurde. Der Verkauf fand überdies unter den glänzendsten finanziellen Bedingungen statt, indem dem Land Braunschweig nicht nur eine Kaufsumme von 11 Mill. Thalern sondern auch auf die Zeit von 64 Jahren (bis 1932) der Genuß einer Annuität von jährlich 875 000 Thalern gesichert war. Die Darmstädter Bank trat die Bahnen alsbald an eine Privatgesellschaft ab, welche sich unter der Firma „Braunschweigische Eisenbahngesellschaft“ konstituierte und mit 1. Jänner 1871 ins Leben trat. In der Zeit der Privatverwaltung erfuhr überdies das Netz der braunschweigischen Bahnen keine besonders nennenswerte Ausdehnung, da die Gesellschaft zunächst mit den Wirkungen der finanziellen Krise von 1873 und 1874 zu kämpfen hatte und außerdem in allen finanziellen Unternehmungen an die Zustimmung der Bergisch-Märkischen und Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn gebunden war, welche die gesamten Aktien der braunschweigischen Eisenbahngesellschaft an sich gebracht hatten. Es gelangten successive zur Eröffnung die Linien Seesen-Gittelde (Landesgrenze) am 1. September 1871 (15,42 km), die Linien Braunschweig-Königslutter am 1. Juli 1872 (23 km), Königslutter-Helmstedt am 15. September desselben Jahrs (16 km), ferner Neuekrug-Langelsheim am 15. September 1877 (9,81 km), Salzderhelden-Einbeck am 10. September 1879 (4,21 km), Langelsheim-Goslar (7 km) und Goslar-Grauhof (6 km) am 1. März 1883. Außer ihren eigenen Linien hatte die braunschweigische Eisenbahngesellschaft die preußische Staatsbahnstrecke Vienenburg-Goslar und die Ilmebahn in Betrieb. Als in den Jahren 1880 und 1882 die Bergisch-Märkische, bezw. Berlin-Potsdam-Magdeburger Bahn verstaatlicht wurde, ging der gesamte Aktienbesitz auf den preußischen Staat über. Es war daher nur eine notwendige Folge dieser Verstaatlichungen, daß auch die Privatverwaltung der braunschweigischen Bahnen aufgehoben und dieselben in das Netz der preußischen Staatsbahnen aufgenommen wurden (Staatsvertrag zwischen Preußen und Braunschweig, vom 27., resp. 30. Juni 1884, Vertrag mit der braunschweigischen Eisenbahngesellschaft vom 31. Dezember 1884, resp. 3. Januar 1885, Gesetz vom 23. Februar 1885). Danach ging die Verwaltung und der Betrieb der braunschweigischen Eisenbahngesellschaft auf ewige Zeiten auf den preußischen Staat über. Zu diesem Zweck übergab mit 1. April 1885 die Direktion der braunschweigischen Eisenbahngesellschaft die Verwaltung und den Besitz des gesamten beweglichen und unbeweglichen Vermögens, sowie die Bestände aller zum Gesellschaftsvermögen gehörigen oder von der Direktion der Gesellschaft verwalteten, für die Zwecke des Unternehmens bestimmten Fonds an die vom preußischen Staat zur Verwaltung desselben eingesetzte Behörde der „königlichen Direktion der braunschweigischen Eisenbahn“.

Der preußische Staat gewährte den Inhabern der Aktien (Nom. 36 Millionen Mark) bis zum Eintritt der Liquidation eine feste jährliche Rente von $1^1/_2$ % des Nominalbetrags, also von 9 Mk. pro Aktie à 600 Mk. und übernahm die Prioritätsschuld (13 Millionen Mark), sowie die 5 %ige Rentenschuld von 50 187 699 Mk. Der preußische Staat verpflichtete sich ferner, die B. nebst allem Betriebsmaterial und sonstigem Zubehör zunächst als einen getrennten Vermögenskomplex zu verwalten; dagegen war er berechtigt, das gesamte braunschweigische Eisenbahnunternehmen oder einzelne Teile desselben mit anderen preußischen Staats- oder vom preußischen Staat verwalteten Eisenbahnstrecken zu einer gemeinsamen Verwaltung zu vereinigen. Nachdem die kgl. Direktion der braunschweigischen Bahnen die Aufgabe der Überleitung in die neuen Verhältnisse erfüllt hatte, wurde mit 1. April 1886 diese selbständige Behörde aufgehoben und der größte Teil des Netzes dem Eisenbahndirektionsbezirk Magdeburg, die Linien Salzderhelden - Einbeck und Braunschweig-Vechelde aber der kgl. Eisenbahndirektion Hannover unterstellt. Die kgl. preußische Staatsregierung hat sich den weiteren Ausbau der braunschweigischen Bahnen angelegen sein lassen, und brachte stückweise die Linie Hildesheim-Braunschweig (34,33 km) zur Ausführung. Der Teil Hildesheim-Hoheneggelsen wurde am 13. Oktober 1888, der Teil Hoheneggelsen - Großgleidingen am 1. Februar 1889 eröffnet. Mit Gesetz vom Jahr 1886 wurde überdies der Bau einer Linie von Braunschweig nördlich nach Gifhorn, mit Gesetz vom Jahr 1887 der Bau einer Bahn von Jerxheim südöstlich nach Nienhagen, und mit Gesetz von 1889 der Bau einer schon längst projektierten Bahn von Helmstedt nach Oebisfelde angeordnet (s. Preußische Staatsbahnen).

Die Betriebsergebnisse der braunschweigischen Bahnen waren von Anfang an günstige. Im ersten Betriebsjahr — bis Ende 1839 — verzinste sich das aufgewendete Anlagekapital sogar mit $6^1/_5$ %, von 1875 an hat aber die eigentliche Dividende nicht mehr als 2—3 % betragen, allerdings ohne Hinzurechnung der Annuität per jährlich 2 635 000 Mk., welche für die Jahre 1869—1932 seit dem Verkauf der Bahnen von der braunschweigischen Eisenbahngesellschaft an die braunschweigische Regierung zu zahlen ist. (Vgl. auch v. Mühlenfels, Entstehungsgeschichte der ersten deutschen Staatsbahn, Archiv f. Eisenb. 1889, Heft I.)

2. Halberstadt-Blankenburger Eisenbahn (55,08 km), mit dem Sitz der Gesellschaft und Direktion in Blankenburg (Harz), ist infolge des Staatsvertrags zwischen Braunschweig und Preußen vom 19. November 1869 von der herzogl. braunschweigischen Regierung unterm 16. April 1870 und von der kgl. preußischen Regierung am 8. Juli 1870 für die Strecke Halberstadt - Blankenburg (18,87 km) konzessioniert worden. Am 29. Juni 1870 wurde mit dem Bau bei Blankenburg begonnen und die Bahn am 31. März 1873 dem Betrieb übergeben. Von dieser Bahn liegt nur das Stück Blankenburg bis Börnecke auf braunschweigischem Gebiet (4,14 km), während der Teil Halberstadt-Börnecke zu dem preußischen Regierungsbezirk Magdeburg gehört (14,73 km). Im Jahr 1875 schritt die Gesellschaft auf Grund einer Konzession vom 30. Oktober 1874 an die Herstellung einer Bahn von Blankenburg nach den Harzer Werken zu Rübeland und Zerge (3,46 km)

und gelangte diese auf braunschweigischem Boden gelegene Eisenbahn, welche fast ausschließlich für den Transport der Hüttenprodukte diente, am 24. Juli 1875 zur Eröffnung. In den Jahren 1884 und 1885 hat die braunschweigische Regierung den weiteren Ausbau der Halberstadt-Blankenburger Eisenbahn in der Richtung nach Tanne in den Harz durch finanzielle Unterstützung ermöglicht und wurden die Linien Blankenburg-Hüttenplatz (3,4 km), Hüttenplatz-Rübeland (10,10 km), Rübeland-Elbingerde (3,90 km), Elbingerde-Rothehütte (6,35 km) und Rothehütte-Tanne (6,80 km) unterm 20. Dezember 1884, bezw 20. April 1885 konzessioniert. Die einzelnen Linien, von denen 16,32 km Braunschweig berühren, wurden im Mai 1886, bezw. 1. Juni desselben Jahrs, die Schlußstrecke Rothehütte-Tanne am 15. Oktober 1886 eröffnet. Die am 3. Dezember 1879 konzessionierte und am 9. September 1880 fertiggestellte Zweigbahn Langenstein-Darenburg (5,66 km) liegt auf preußischem Boden. Die Halberstadt-Blankenburger Eisenbahn ist eine normalspurige Bahn untergeordneter Bedeutung (Sekundärbahn) und bietet besonders in der Strecke Blankenburg-Tanne insofern ein hervorragendes Interesse, als hier zum erstenmal für eine gleichzeitig dem Personen- und Güterverkehr dienende Bahn die Abt'sche Zahnstange zur Anwendung kam, und zwar abwechselnd mit Strecken von geringerer Steigung, auf welchen Adhäsionsbetrieb stattfindet. Die Strecken ohne Zahnstange (21,2 km) haben als stärkste Steigung 25 ‰, die mit Zahnstange (5,8 km) 60 ‰, und zwar kommen zehn Zahnstangenstrecken vor, deren Länge von 202 bis 1450 m beträgt. Für die Zahnstangenstrecken sind im allgemeinen Kurvenradien von 300 bis 240 m festgehalten; in den Adhäsionsstrecken finden sich Radien von 500—180 m vor. Der sehr kräftige Oberbau besteht aus 130 mm hohen Stahlschienen, welche untereinander durch Winkellaschen und auf den eisernen Querschwellen (Vautherin) mit Krampen und Keilen verbunden sind. Die Zahnstange ist abweichend von der gewöhnlichen Riggenbach'schen Konstruktion und besteht aus drei hochkantig in geringem Abstand nebeneinander gestellten Stahlflachschienen, in welche die Zähne eingefraist sind. Die Zähne der drei Flachschienen sind gleichmäßig gegeneinander versetzt und die eingreifenden Zahnräder der Maschinen gleichfalls mit drei entsprechend versetzten nebeneinanderstehenden Zahnreihen versehen, wodurch ein möglichst sanfter Gang erzielt wird. Die Zahnstangen ruhen in flußstählernen Stühlen, welche in der Mitte der Querschwellen ähnlich wie die gewöhnlichen Schienen mit Vautherin-Keil und Krampen aufgesattelt sind. Die Lokomotive ist eine schwere vierachsige kombinierte Adhäsions- und Zahnradmaschine nach System Abt. Die Personenwagen sind dreiachsige Wagen gewöhnlicher Konstruktion mit 6,4 m Radstand. Die Halberstadt-Blankenburger Eisenbahn dient sowohl dem lokalen Güter- als auch dem Personenverkehr. Der Fahrpark besteht nach dem Stand Ende 1888 aus 11 Lokomotiven, 17 Personen- und 174 Güterwagen. Die Baukosten betrugen 6 549 075 Mk., das Anlagekapital stellt sich exklusive der von der herzogl. braunschweigischen Staatsregierung à fonds perdu gewidmeten Subvention von 570 000 Mk. auf 6 365 000 Mk. Die Einnahmen stellten sich im Jahr 1888 auf 706 746 Mk., die Ausgaben auf 377 942 Mk., Betriebsüberschuß 328 804 Mk., Betriebskoefficient 53,47 %.

3. Braunschweigische Landeseisenbahn (80,45 km), Privateisenbahngesellschaft, welche in specieller Berücksichtigung der lokalen Interessen 1885 gebildet wurde und ihren Sitz in Braunschweig hat. Mit Konzession der kgl. preußischen und herzogl. braunschweigischen Staatsregierung vom 6. April 1885, bezw. 16. Februar desselben Jahrs wurde der braunschweigischen Landeseisenbahngesellschaft die Bewilligung zum Bau und Betrieb einer Eisenbahn untergeordneter Bedeutung mit normaler Spurweite für die Linien von Braunschweig über Derneburg nach Seesen und von Wolfenbüttel über Fümmelse zu einem am Hohenweg gelegenen Anschlußpunkt an die erstere Strecke erteilt und hatte die braunschweigische Regierung im vorhinein eine bestimmte Landesbeihilfe à fonds perdu von je 10 000 Mk. pro Kilometer dem Unternehmen zugesichert. Die Strecke Braunschweig-Seesen wurde stückweise dem Betrieb übergeben; es gelangten zur Eröffnung: Braunschweig-Derneburg (44,10 km) am 18. Juli 1886, während die Verbindungsbahn von Braunschweig-Wilhelmithorbahnhof nach dem Staatsbahnhof in Braunschweig (1,60 km) am 3. September desselben Jahrs fertiggestellt wurde; ferner Derneburg-Bockenem (10,92 km) am 27. Mai 1887, Bockenem-Groß-Rhüden (8,27 km) am 1. Oktober 1887 und endlich Groß-Rhüden - Seesen (11,61 km) am 1. Mai 1889. Die Zweigbahn Hoheweg-Wolfenbüttel (3,95 km) wurde am 17. Oktober 1886 eröffnet. Die mit erheblichen örtlichen Schwierigkeiten verknüpften Anschlußanlagen an die Staatsbahn in Seesen und Wolfenbüttel sind in Angriff genommen und soll anfangs 1890 deren Inbetriebnahme erfolgen. Von den Gesamtlinien liegen 60,75 km auf braunschweigischem Gebiet und 19,70 km in der Provinz Hannover, und zwar die Strecke von Bockenem nach Groß-Rhüden und einzelne Linienteile um Derneburg herum. Die braunschweigische Landeseisenbahn hat Anschluß in Braunschweig und Seesen an die preußischen Staatsbahnen (Direktionsbezirk Magdeburg) und in Derneburg an den Direktionsbezirk Hannover. Die stärkste Steigung der Bahn auf freier Strecke ist 1 : 70 (14,3 ‰), der kleinste Krümmungshalbmesser 200 m, die größte gestattete Fahrgeschwindigkeit beträgt 30 km pro Stunde. Das Anlagekapital ist auf 7 300 000 Mk. festgesetzt, und zwar in 7300 Aktien und 7300 Prioritätsobligationen zu je 500 Mk. eingeteilt. Der Fahrpark bestand 1888 aus 10 Lokomotiven, 24 Personenwagen und 176 Güterwagen. Im Betriebsjahr 1888 betrugen die Einnahmen 388 852 Mk., die Ausgaben 227 255 Mk.; Betriebskoefficient 50,69 %. Dr. Ziffer.

Braunstein (*Manganese ore; Manganèse*, m., *oxydé*), Mineral aus der Klasse der oxydischen Erze, der Hauptmasse nach aus Manganhyperoxyd (MnO_2) bestehend. B. wird entweder in haselnußgroßen Körnern mit Retortenkohle gemischt oder in Briquetform (s. Braunsteinbriquetts) zum Füllen der Leclanché-Elemente verwendet. Nicht alle mit B. bezeichneten Mineralien sind für diesen Zweck verwendbar, sondern nur jene, welche einen hohen Gehalt an Manganhyper-

oxyd enthalten. Zu diesen gehört in erster Linie der Weichbraunstein oder Pyrolusit. Guter B. ist mattglänzend von dunkler, schwarzer Farbe und erdig abfärbend. Die besten Braunsteinsorten werden in Thüringen gewonnen. Da die Funktionsdauer der Leclanché-Elemente in erster Linie von dem Gehalt des B. an reinem Manganhyperoxyd abhängt, sollen für diese Zwecke nur die besten Braunsteinsorten verwendet werden. Bei dem großen Bedarf an B. und dem Umstand, daß das Aussehen allein noch keinen Aufschluß über die Güte desselben giebt, ist eine chemische Untersuchung des B. zu empfehlen. Da die Güte des B. nur von dem Gehalt an wirksamem Sauerstoff, also von dem Gehalt an Manganhyperoxyd abhängt, so kann sich die Untersuchung auf den Gehalt an B. beschränken. Die beste Untersuchungsmethode ist die Titriermethode nach Bunsen-Mohr (Fresenius quantitat. Analyse), welche darauf beruht, daß B. mit rauchender Salzsäure gekocht, eine dem überschüssigen Sauerstoff entsprechende Quantität Chlor erzeugt. Das Chlor in eine Lösung von Jodkalium geleitet, zersetzt selbes, indem eine dem Chlor, somit auch dem wirksamen Sauerstoff gleichwertige Menge Jod ausgeschieden wird, welche nun durch Titrierung mit unterschwefligsaurem Natron und Jodlösung in Jodkalium bestimmt werden kann. Vor der Rücktitrierung wird der Lösung Stärkekleister zugesetzt, der durch die charakteristische violette Färbung das Vorhandensein der geringsten Mengen freien Jods anzeigt und diese verhältnismäßig einfache Methode zu einer sehr empfindlichen gestaltet.

Braunsteinbriquettes, ein Gemenge von gepulvertem Braunstein und Retortenkohle mit Gummilackharz, Syrup oder einem sonstigen Klebemittel zu einem dicken Brei angerieben, dieser unter großem Druck in eine Form gepreßt und sodann in einem Coaksofen unter Luftabschluß bis zur Glut erhitzt.

Die so gewonnenen Körper heißen B. und werden zum Füllen der Leclanché-Elemente an Stelle eines Gemenges von Braunstein und Retortenkohle verwendet. Es wird durch die B. nicht nur die sonst unentbehrliche Thonzelle erspart, sondern auch der Leitungswiderstand der Elemente verringert, s. auch Elemente, galvanische.

Breakwagen, s. Aussichtswagen.

Breitfüßige Schienen (*Broad-footed rails*, pl.; *Rails*, m. pl., *à base plate*) werden jene Schienen genannt, welche vermöge ihrer Querschnittsform sich zur unmittelbaren Lagerung auf den Unterlagen eignen. Es gehören zu ihnen die auf den Bahnen des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen herrschenden Vignoles-, sowie die Brunel- und Brückschienen, s. auch Schienen.

Bremische Eisenbahnen. Die freie und Hansestadt Bremen hat von sämtlichen deutschen Staatsgebieten das relativ dichteste Bahnnetz, indem auf das 256 km² große Gebiet 44,99 km Eisenbahnen entfallen. Hiervon sind nach dem Verkauf der bremischen Staatsbahnen und nach erfolgter Verstaatlichung der Köln-Mindener Eisenbahn nur 1,99 km Eisenbahnen bremisches Eigentum geblieben, während 37,28 km den preußischen Staatsbahnen, 5,61 km den oldenburgischen Staatsbahnen und 0,11 km der Privatbahn Grohn-Vegesack-Farge angehören. Eine besondere Behörde ist für die Eisenbahnangelegenheiten in Bremen nicht eingesetzt, dieselben stehen vielmehr unmittelbar unter dem Senat.

Im Verein mit dem Königreich Hannover hat der Staat Bremen zufolge der Verträge vom 14. April 1845 und vom 28. Februar 1859 die Ausführung einer Eisenbahn von Wunstorf über Bremen nach Geestemünde (162,65 km) nebst Zweigbahn von Burg-Lesum nach Grohn-Vegesack (5,90 km), und zwar auf gemeinschaftliche Kosten übernommen. Den Betrieb sämtlicher Linien, von welchen die Strecke Wunstorf-Bremen (100,97 km) am 12. Dezember 1847, die Strecke Bremen-Geestemünde (61,68 km) am 23. Januar 1862 und Burg-Lesum-Grohn-Vegesack am 8. Dezember desselben Jahrs eröffnet wurde, führte die Direktion der hannöverischen Staatsbahnen und zahlte dem bremischen Staat die Hälfte der Reinerträge heraus. Auf eigene Kosten erbaute Bremen die Strecke Bremen-Weserbahnhof (2,13 km) und Geestemünde-Bremerhafen (2,61 km), welche am 1. Februar 1860, bezw. 23. Januar 1862 gleichfalls von der hannöverischen Staatseisenbahnverwaltung auf Grund eines Vertrags in Betrieb genommen wurden. Ungefähr zwei Jahre später, am 8. März 1864, wurde ein Staatsvertrag ratifiziert, welcher die Durchführung einer oldenburgischen Staatsbahn von Oldenburg nach Bremen (41,61 km) durch das bremische Staatsgebiet sicherte, und übernahm Bremen den Bau des innerhalb der Stadt Bremen fallenden Teils auf eigene Kosten. Als 1871 die ehemalige Köln-Mindener Eisenbahngesellschaft (gegenwärtig preußische Staatsbahnen) eine Bahn von Venlo über Bremen nach Hamburg plante, wandte sie sich an die bremische Regierung behufs Erlangung der Konzession für den Bau und Betrieb der im Gebiet Bremens liegenden Teilstrecken und erhielt dieselbe unterm 10. Mai 1871. Außerdem baute Bremen die außerhalb seines Gebiets liegende Uelzen-Langwedeler Eisenbahn, und zwar auf Grund des mit der königl. preußischen Staatsregierung unterm 17. Juli 1870 abgeschlossenen Staatsvertrags. In Gemäßheit des Betriebsüberlassungsvertrags vom 20. Mai 1870 hat die Magdeburg-Halberstädter Eisenbahngesellschaft vom Tag der Eröffnung (15. April 1873) den Betrieb auf derselben geführt. Der Vertrag war auf zehn Jahre festgesetzt und wurde stillschweigend von Jahr zu Jahr erneuert (s. Magdeburg-Halberstädter Eisenbahn). Am 1. Mai 1883 verkaufte Bremen den größten Teil seiner Eisenbahnen und seine Anteile an solchen an den preußischen Staat, nämlich den bremischen Anteil an der Wunstorf-Geestemündebahn, der Bahn Langwedel-Uelzen, die Weserbahn (Bremen-Weserbahnhof) und die Bahn Geestemünde-Bremerhafen um den Preis von 36 Mill. Mark. Dagegen behielt Bremen in Eigentum die Abzweigung nach dem Weserbahnhof und diesen selbst (0,38 km), die Strecke vom Kreuzungspunkt der Linien Bremen-Oldenburg und Bremen-Weserbahnhof bis zum Neustädter Bahnhof (0,62 km), den Bahnhof in Bremerhafen (0,63 km), und endlich die innerhalb der Stadt Bremen gelegene Teilstrecke der Bahn von Oldenburg nach Bremen (0,36 km), zusammen 1,99 km; doch stehen diese Bahnteile mit Ausnahme der letzteren Teilstrecke, welche von den großherzogl.

oldenburgischen Staatsbahnen betrieben wird, im Betrieb der preußischen Staatsverwaltung. Nachdem der Verkauf der bremischen Staatsbahnen vollzogen und auch die Köln-Mindener Eisenbahngesellschaft verstaatlicht war, waren die übrigen im Gebiet der freien und Hansestadt Bremen gelegenen Eisenbahnen zum größten Teil preußische Staatsbahnen, und zwar 37,28 km; hiervon unterstehen 31,73 km dem Direktionsbezirk Hannover und 5,55 km dem Direktionsbezirk Köln rechtsrheinisch. Außerdem sind 5,61 km (Linie Oldenburg - Bremen) oldenburgische Staatsbahnen, endlich gehören 0,11 km der am 31. Dezember 1888 eröffneten Privatbahn Grohn-Vegesack-Farge an. Dr. Ziffer.

Bremsberg oder selbstthätige Rampe (*Self-acting inclined plane; Plan*, m., *incliné automoteur*), ist eine schiefe Ebene, welche zum Abwärtstransport von Materialien irgend welcher Art dient, wobei die beladenen, auf Schienen rollenden Fahrzeuge an einem Seil oder einer Kette hängen und sich unter Einwirkung der Schwerkraft thalwärts bewegen, während eine am oberen Ende der schiefen Ebene hergestellte Bremsvorrichtung zur Regulierung der Bewegung dient. Die B. werden vielfach zur Materialförderung und beim Bau von Gebirgsbahnen zum Materialtransport als provisorische Anlagen, sowie in definitiver Ausgestaltung als Förderungsanlagen ausgeführt. Bei der Verwendung von B. unter freiem Himmel, „zu Tage“, welche hier allein ins Auge gefaßt wird, ist die Einrichtung meist so getroffen, daß, während ein beladener Wagen oder Wagenzug zu Thal geht, gleichzeitig ein leerer Wagen oder Zug nach aufwärts befördert wird; dabei kann ein Doppelgleis längs der ganzen Bahn oder auch nur streckenweise und dann in Verbindung mit entsprechenden Weichenanlagen angeordnet sein. Zur Regulierung der Bewegung dienen Backen- oder Bandbremsen, welche an besonderen Scheiben wirken und durch ein Gewicht in steter Wirksamkeit erhalten werden, so daß die Thätigkeit des Bremsenwärters nur in der erforderlichen Lüftung derselben besteht. Statt solcher Bremsen kommen hie und da auch Regulatoren mit Flügelrädern zur Benutzung, welche einen Widerstand bei ihrer Bewegung im Wasser oder in der freien Luft finden. Eine sehr zweckmäßige Anordnung zeigen die B. nach System Abt, wie ein solcher zum Transport der auf dem rechten Mainufer oberhalb Sommershausen gewonnenen, für den Bau der neuen Luitpoldbrücke in Würzburg bestimmten Muschelkalksteine von dem hoch gelegenen Bruch zur Verladestelle am Flußufer in Verwendung stand. Das oben über zwei liegende Seilscheiben geschlungene Stahldrahtseil, an dessen Enden die Transportgefäße hingen, war durch gußeiserne Rollen gestützt und längs der Ausweiche mittels cylindrischer Rollen so geführt, daß es sich in die Spurrinne einlegte und eine besondere Durchschneidung der Schienen unnötig war. Eine der vorhin erwähnten Seilscheiben war mit einem Zahnkranz versehen, in welchen ein kleiner Kolben eingriff, auf dessen Achse eine Bremsrolle saß. Auf diese wirkten wieder Backen, welche ständig durch ein Gewicht angepreßt wurden und während der Fahrt mittels eines Handrads vom Wärter gelöst erhalten werden mußten.

Die an den Seilenden befestigten Transportgefäße waren als Bühnen auf vier Rädern konstruiert, deren zwei auf derselben Seite befindliche mit doppelten Spurkränzen versehen waren, während die anderen beiden Räder keinen Spurkranz hatten, und zwar saßen die Spurkranzräder bei der einen Bühne rechts, bei der anderen Bühne links, so daß dieselben stets durch denselben Zweig des Ausweichplatzes sicher geführt wurden, ohne daß dortselbst ein beweglicher Teil vorhanden war und eine besondere Bedienung erforderlich gewesen wäre. Auf diese Bühnen, welche mit Drehscheiben versehen waren, wurden von der Seite her die mit 0,7 m^3 Stein beladenen Wagen geschoben, sodann gedreht, abwärts befördert und vom Fuß des B. aus auf das Verladegerüst gefahren. Über den B. zu den Mamorbrüchen in Saillon s. Ausweichvorrichtung für Seilbahnen (System Abt). Vgl. ferner den Artikel Seilbahnen, dann Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre, Bd. IV., S. 454 ff.; als Materialtransportbahnen bei Erdarbeiten werden sie u. a. von G. Meyer in Heusinger's Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Bd. I, Kap. III, § 20, besprochen. Loewe.

Bremsbrutto, die Summe der durch die gebremsten Achsen des Zugs auf die Schienen übertragenen Gewichtsdrücke, bezw. das Gesamtgewicht der Bremswagen eines Zugs, unter der Voraussetzung, daß die sämtlichen Achsen dieser Wagen bremsbar sind. Unter Bremsprozenten ist das auf 100 Teile des ganzen Zugsgewichts entfallende B. zu verstehen.

Die Größe des B. ist zu bemessen nach der Größe des für ein gegebenes Gefälle und für eine bestimmte Zugsgeschwindigkeit erforderlichen Bremswiderstands; im allgemeinen ist durch das vorhandene B. das Maß des größten, erreichbaren Bremswiderstands nur näherungsweise gegeben.

Durch eine gegebene Größe des Bruttogewichts eines Bremswagens ist der beliebigen Steigerung des bei diesem Wagen ausübbaren Bremsdrucks, bezw. des mittels der Bremse dieses Wagens hervorbringbaren Bremswiderstands eine bestimmte, nicht überschreitbare Grenze gezogen. Dieser Umstand stellt für den einzigen Fall, daß diese Grenze bei allen gebremsten Wagen erreicht, aber nicht überschritten ist, eine genaue Abhängigkeit der Summe der sämtlichen Bremsdrücke von dem B. her; nutzbarer Bremsdruck und erreichbarer Bremswiderstand haben dann bei jedem Wagen ihre Maximalwerte erreicht.

Eine weitere Erhöhung des Drucks äußert sich zwar als Vermehrung des Klotzdrucks auf die Radumfänge, nicht aber als Steigerung des nutzbaren Bremsdrucks; die Adhäsion der Räder auf der Schiene wird überwunden, sie hören auf sich zu drehen und werden auf den Schienen gleitend fortbewegt. Der Zustand, welcher bei stetig wachsendem Bremsdruck dem Gleiten der Räder auf den Schienen unmittelbar vorangeht, wird Rollgrenze genannt. Es läßt sich daher sagen: erfolgt das Bremsen bei allen Bremswagen eines Zugs an der Rollgrenze, so wird hierdurch der jeweilig größtmögliche Bremswiderstand erhalten und ist derselbe dann in jedem Augenblick dem B. proportional. Wenn es auch vorteilhaft erscheint, das Verhältnis des Bremsdrucks zum B. stets der Rollgrenze entsprechend zu regeln, so wird doch hierdurch die Gefahr des Gleitens der Räder auf den

Schienen und damit die Gefahr einer plötzlich erfolgenden, empfindlichen Herabsetzung des Bremswiderstands nahegerückt. Als weiterer Nachteil dieses Gleitens kann sich ein Abschleifen der Radlaufflächen in Form von sogenannten flachen Stellen ergeben; ersterer Nachteil muß wegen Gefährdung der Betriebssicherheit, letzterer wegen Schädigung der Fahrbetriebsmittel möglichst vermieden werden.

Bei Handbremsen läßt sich die Bremskraft mit dem jeweiligen Bruttogewicht des Wagens in Einklang bringen unter der Voraussetzung, daß das Übersetzungsverhältnis der Bremse hinreichend groß ist, wie dies z. B. bei Spindelbremsen gewöhnlich zutrifft.

Diesbezüglich ist z. B. durch die Vorschrift des § 126 der Technischen Vereinbarungen vorgesorgt, nach welcher jede Wagenbremse so beschaffen sein muß, daß damit auch bei beladenem Wagen annähernd eine Feststellung der Achsen erzielt werden kann.

Es bedarf aber stets einer entsprechenden Aufmerksamkeit des Bremspersonals, wenn das Räderschleifen vermieden werden soll.

Bei den Zügen mit durchgehenden (kontinuierlichen) oder mit Gruppenbremsen ist es im allgemeinen nicht möglich, die Bedingung zu erfüllen, Bremsdruck und Bruttogewicht der sämtlichen gebremsten Wagen des Zugs in ein und dasselbe Verhältnis zu bringen. Annähernd kann dieser Bedingung nur bei Personenzügen entsprochen werden, weil hier die Größe der zufälligen Wagenbelastung nicht so ausschlaggebend ist.

Selbst unter der Annahme, daß bei einem Zug mit durchgehender oder mit Gruppenbremse der vorstehenden Bedingung vollkommen entsprochen wäre, bliebe es auch hier immer noch sehr schwierig, den Bremsdruck genau so zu regeln, daß der Zustand der Rollgrenze bei sämtlichen Bremswagen stets aufrecht erhalten wird. Es ist nämlich zu beachten, daß ein konstanter Bremsdruck diesen Zustand nicht erhalten kann, wenn die Zugsgeschwindigkeit wechselt. Die Ursache hiervon ist die Veränderlichkeit des Reibungskoefficienten für Rad und Klotz bei variabler Zugsgeschwindigkeit. Je mehr die Geschwindigkeit gesteigert wird, umsomehr nimmt jener Reibungskoefficient ab. Der Zustand der Rollgrenze bedingt eine bestimmte Gesamtreibung der Bremsklötze eines Rads. Soll jener Zustand erhalten bleiben, so darf die Gesamtreibung weder ab- noch zunehmen (vorausgesetzt, daß sich an den Adhäsionsverhältnissen zwischen Rad und Schiene nichts ändert). Dies würde aber nur dann der Fall sein, wenn sich bei wechselnder Geschwindigkeit der Bremsdruck in umgekehrtem Verhältnis mit dem Reibungskoefficienten ändert. Befände sich das Rad bei verschiedenen Geschwindigkeiten fortwährend an der Rollgrenze, so könnte dies also nur geschehen, wenn bei der größeren Geschwindigkeit auch der Bremsdruck entsprechend gesteigert, bei abnehmender Geschwindigkeit dagegen hinreichend vermindert würde.

Aus dem Vorstehenden ist ersichtlich, daß das Bremsen an der Rollgrenze bei Wagen mit Handbremsen, selbst unter Annahme einer ganz entsprechenden Bremskonstruktion, schwierig, bei durchgehenden und Gruppenbremsen im allgemeinen überhaupt nicht ausführbar ist. Hieraus folgt, daß das B. einen genauen Anhalt über die erreichbare Bremswirkung nicht abgeben kann.

Wenn demungeachtet die erforderliche Anzahl bedienter Bremsen der Züge ziemlich allgemein aus dem für die verschiedenen Gefälle und Zugsgeschwindigkeiten vorgeschriebenen B. ermittelt wird, so kann hieraus geschlossen werden, daß sich dieser Vorgang nach den bisherigen Erfahrungen als für das praktische Bedürfnis ausreichend erwiesen hat.

Es wurde auch der Vorschlag gemacht, das B. eines Zugs durch Summierung der Bremswerte der einzelnen Bremswagen zu ermitteln und zu diesem Zweck den Bremswert, ähnlich wie z. B. das Eigengewicht der Wagen an den Längsträgern, anzuschreiben. Unter Bremswert sollte hierbei jenes Wagengewicht verstanden werden, das bei einem gegebenen Bremsdruck genau dem Zustand der Rollgrenze entspricht.

Für den Fall, daß das thatsächliche Wagenbrutto kleiner wäre als der angeschriebene Bremswert, müßte jenes als Bremswert in Rechnung gezogen werden.

Da der Bremswert von dem Bremsdruck und der Zugsgeschwindigkeit abhängt, so ist, um den Bremswert als eine bestimmte Zahl angeben zu können, entweder die Annahme einer Normalgeschwindigkeit und eines bestimmten unveränderlichen Bremsdrucks erforderlich, oder es müßte vorausgesetzt werden, daß bei wechselnder Zugsgeschwindigkeit der Bremsdruck in umgekehrtem Verhältnis wie der Reibungskoefficient zu- und abnimmt. Unter der ersten Annahme würde der angeschriebene Bremswert nichts anderes als eine Zahl vorstellen, welche dem unveränderlich angenommenen Bremsdruck proportional ist.

Auf die strenge Erfüllung der Bedingung eines immer gleich groß bleibenden Bremsdrucks ist nur bei einigen Bremskonstruktionen mit Sicherheit zu rechnen (z. B. bei den Gewichtsbremsen), bei den übrigen Bremsen wäre dies nicht der Fall.

Die zweite Voraussetzung besteht in der Annahme einer unveränderlichen Bremsklotzreibung, was in der Regel nicht zutreffen wird.

Es erübrigt noch anzugeben, welcher Weg zur Ermittlung der Beziehungen zwischen den Bremsprozenten, dem Bremsweg und der Bremszeit eingeschlagen werden kann. Es wird hierbei bezeichnet werden:

Das Gewicht des ganzen Zugs in Tonnen mit Q, die Masse des Zugs einschließlich der reduzierten rotierenden Massen bezogen auf Meter und Kilogramm mit μ, die Summe der sämtlichen Bremsdrücke in Tonnen mit B, die Bremsprozente mit p, die Zugsgeschwindigkeit in Metern pro Sekunde mit v, die Zugsgeschwindigkeit in Kilometern pro Stunde mit V, die Reibung zwischen Klotz und Rad in Kilogramm pro 1 t Bremsdruck bei der Geschwindigkeit v mit $\varphi(v)$, der Widerstand des nichtgebremsten Zugs auf horizontaler, gerader Bahn in Kilogramm pro 1 t Zugsgewicht bei der Geschwindigkeit v mit $\psi(v)$, das Gefälle der Bahn in Promille mit ε, der Adhäsionskoefficient für Rad und Schiene in Kilogramm pro 1 t Raddruck mit f, die Zeit in Sekunden, gerechnet vom Beginn der Bremswirkung mit t, die Bremszeit, d. i. die Zeit vom Beginn des Bremsens bis zum Stillstand

des Zugs in Sekunden mit t_s, der von dem Zug zurückgelegte Weg in Metern, gemessen vom Beginn des Bremsens mit x, der Bremsweg in Metern, d. i. der Weg des Zugs vom Beginn des Bremsens bis zum Stillstand mit s.

Um die Rechnung ausführen zu können, ist es notwendig, gewisse Annahmen zu machen.

1. Wird vorausgesetzt, daß die Bremsdrücke während des Bremsens konstant bleiben und daß erst bei der sehr kleinen Geschwindigkeit $\mathfrak{v}$ die sämtlichen gebremsten Achsen sich in dem Zustand der Rollgrenze befinden, so entspricht diesem Zustand die Gleichung

$$Q.\frac{p}{100}.f = B.\varphi\,(\mathfrak{v}).$$

Es ist daher

$$B = Q\,f.\frac{p}{100}\,.\,\frac{1}{\varphi\,(\mathfrak{v})}$$

und der in einem bestimmten Momente erzeugte Bremswiderstand

$$B.\varphi\,(v) = Q.f.\frac{p}{100}\,.\,\frac{\varphi\,(v)}{\varphi\,(\mathfrak{v})}.$$

Es besteht also die Gleichung

$$\left[Q.f.\frac{p}{100}\,.\,\frac{\varphi\,(v)}{\varphi\,(\mathfrak{v})} + Q\,.\,\psi\,(v) - Q\,\varepsilon\right]\,d\,x = - \mu.v.d\,v.$$

Integriert man von $x = o$ bis $x = s$ und wird die Geschwindigkeit bei Beginn des Bremsens mit v_0 bezeichnet, so ergiebt sich

$$s = \frac{\mu}{Q}\int_0^{v^0} \frac{v.dv}{f\,.\,\frac{p}{100}\,.\,\frac{\varphi\,(v)}{\varphi\,(\mathfrak{v})} + \psi\,(v) - \varepsilon} \;\ldots\; 1)$$

Wird beachtet, daß $d\,t = \frac{d\,x}{v}$ ist, so erhält man

$$t_s = \frac{\mu}{Q}\int_0^{v_0} \frac{d\,v}{f\,.\,\frac{p}{100}\,.\,\frac{\varphi\,(v)}{\varphi\,(\mathfrak{v})} + \psi\,(v) - \varepsilon} \;\ldots.\; 2)$$

2. Die Voraussetzung, daß die Klotzreibung bei sämtlichen gebremsten Wagen konstant sei und stets der Rollgrenze entspricht, steht im Einklang mit der Bedingung

$$f\,.\,Q\;\frac{p}{100} = B.\varphi\,(v) = constante.$$

Man erhält daher

$$(Q.f\;\frac{p}{100} + Q\;\psi\;(v) - Q\,\varepsilon)\;d\,x \;=\; \mu\;v\,d\,v$$

und hieraus in gleicher Weise wie vorher

$$s = \frac{\mu}{Q}\int_0^{v_0} \frac{v.d\,v}{f\;\frac{p}{100} + \psi\;(v) - \varepsilon} \;\ldots.\; 3)$$

Desgleichen ergiebt sich

$$t_s = \frac{\mu}{Q}\int_0^{v_0} \frac{d\,v}{f\;\frac{p}{100} + \psi\;(v) - \varepsilon} \;\ldots.\; 4)$$

Die den Formeln 1) und 2) zu Grunde gelegte Annahme dürfte dem Anhaltebremsen mehr entsprechen, als die zweite Voraussetzung, da bei dieser Art des Bremsens wegen der nur geringen zur Verfügung stehenden Zeit auf ein Regulieren der Bremsen, wie es die zweite Annahme verlangen würde, kaum zu rechnen ist.

Es ist zu beachten, daß die mit Benutzung der vorstehenden Formeln berechneten Bremszeiten und Bremswege noch eines Zuschlags bedürfen, wenn man berücksichtigt, daß von dem Augenblick, in welchem die Bremse in Funktion gesetzt wird, bezw. in welchem das Signal zum Bremsen erfolgt, bis zu dem Moment, in welchem die Klötze unter vollem Druck auf die Räder wirken, eine meßbare Zeit von einigen Sekunden verfließt. Hierauf muß bei Ermittlung der Bremsprozente auf Grundlage eines bestimmten Bremswegs ebenfalls geachtet werden.

So einfach die Aufstellung der allgemeinen Formeln ist, so bestehen für die weitere Ausführung der Rechnung mannigfache Schwierigkeiten, zunächst die, daß die wahre Form der Funktionen φ (v) und $\psi\,(v)$ nicht bekannt ist.

Die Funktion φ (v), d. i. der Koefficient der gleitenden Reibung ist nicht nur von der relativen Geschwindigkeit v, mit welcher die während ihrer gegenseitigen Verschiebung in Berührung bleibenden Körper gegeneinander bewegt werden, abhängig, sondern auch von der Länge der Zeit, innerhalb welcher dieses geschieht, ferner von der Größe des specifischen Drucks (Druck pro Flächeneinheit), von dem Material der beiden Körper und von der Beschaffenheit der sich berührenden Oberflächen.

Es ist bis jetzt nicht gelungen, das Wesen der gleitenden Reibung zu ergründen und die genauen Beziehungen anzugeben, welche zwischen dem Koefficienten der gleitenden Reibung und den Faktoren, von welchen er abhängig ist, bestehen. Ähnlich verhält es sich mit dem Koefficienten der rollenden Reibung.

Es bleibt daher vorderhand nichts übrig, als für die Funktionen φ (v) und ψ (v) empirische Formeln aufzustellen, mit deren Hilfe es möglich ist, wenigstens innerhalb gewisser, für das praktische Bedürfnis hinreichend weiter Grenzen, den Wert der beiden Funktionen für jede Geschwindigkeit v mit annehmbarer Genauigkeit anzugeben.

Von den älteren Versuchen, welche zur Ermittlung der gleitenden Reibung vorgenommen wurden, gehören die vom Kapitän Douglas Galton in den Jahren 1878 und 1879 auf englischen Bahnen ausgeführten Versuche zu den hervorragendsten.

Zahl der Versuche, aus welchen die Werte ermittelt sind	Zugsgeschwindigkeit in Kilometern pro Stunde	Reibungskoefficient in Kilogramm pro 1 t Klotzdruck		
		äußerste Grenze		Mittel
		höchste	niedrigste	
12	96,6	123	58	74
67	88,9	136	60	111
55	80,1	153	50	116
77	72,4	179	83	127
70	64,7	194	88	140
80	56,0	197	87	142
94	48,3	196	98	164
70	40,1	205	108	166
69	31,8	240	133	192
78	24,1	280	131	223
54	15,9	281	161	242
28	12,1	325	123	244
20	unter 8	340	156	273
—	ganz langsam	—	—	330

In der vorstehenden Tabelle sind Ergebnisse dieser Versuche verzeichnet und wurden die angegebenen Reibungskoefficienten für Rad und Klotz durch jene Versuche ermittelt, bei welchen Radreifen aus Stahl und Bremsklötze aus Gußeisen in Verwendung waren.

Hiernach wurde von Professor Franke für den Koefficienten der gleitenden Reibung die Formel aufgestellt

$$290 \cdot e^{-\frac{V}{90}}$$

Da $V = 3{,}6\, v$ ist, so ergiebt sich

$$\varphi\,(v) = 290 \cdot e^{-\frac{v}{25}} \;\ldots\ldots\ldots\; 5)$$

worin e die Basis der natürlichen Logarithmen $= 2{,}718\,2818\ldots$ bedeutet.

Von Professor Fliegner wurde der Ausdruck

$$\frac{14747}{44{,}8663 + V}$$

vorgeschlagen, woraus man, wenn wieder

$$V = 3{,}6 . v$$

substituiert wird, die Formel erhält

$$\varphi\,(v) = \frac{4096}{12{,}46 + v} \;\ldots\ldots\ldots\; 6)$$

Die Ermittlung der Funktion $\psi\,(v)$ kann auf Grundlage der von den sächsischen Staatsbahnen ausgeführten Versuche über die Zugswiderstände geschehen (Organ 1885, Heft VI). Hiernach ist der Widerstand des Zugs auf gerader, horizontaler Bahn pro 1 t Zugsgewicht gegeben durch

$$1{,}5 + \frac{0{,}02\, S\, V + 0{,}0014\,(S + H)\, V^2}{q};$$

es ist daher zu setzen

$$\psi\,(v) = 1{,}5 + \frac{0{,}072\, Sv + 0{,}01814\,(S + H)\, v^2}{q}$$

wobei S die durchschnittliche Länge der Wagen, H die durchschnittliche Höhe der Wagenkasten, S und H in Metern, und q das durchschnittliche Bruttogewicht eines Wagens in Tonnen bedeutet.

Die vom V. D. E.-V. vorgenommenen Ermittlungen zur Feststellung der Bremsprozente erfolgten anfänglich auf Grundlage der Galtonschen Versuchsergebnisse, bezw. der Franke'schen Formel

$$290 \cdot e^{-\frac{V}{90}}$$

in welcher man zur Vermehrung der Sicherheit den Koefficienten 290 durch 200 ersetzte. Die hiernach aufgestellte Formel zur Berechnung der Bremsprozente wurde jedoch nicht mit genügender Majorität angenommen.

Zur selben Zeit beschäftigte sich über Auftrag des preußischen Ministeriums ein Staatseisenbahnausschuß mit derselben Frage. Die von letzterem ausgeführten Versuche ermöglichten die Entwicklung neuer Formeln, die auch im Jahr 1888 vom V. D. E.-V. angenommen wurden (s. Bericht des Baurats Rüppell, Organ 1889).

Hiernach ist die Klotzreibung pro 1 t Bremsdruck in Tonnen gegeben durch

$$c \cdot \frac{1 + 0{,}0112\, V}{1 + 0{,}06\, V}$$

und ist c für günstige Verhältnisse (trockene Flächen) mit 0,450, für ungünstige Verhältnisse (nasse Flächen) mit 0,250 anzunehmen. Letzterer Koefficient wurde bei Ermittlung der Bremsprozente allein berücksichtigt.

Als mittlerer, für die ganze Bremsung konstant anzunehmender Reibungskoefficient ergab sich $f_m =$

$$\frac{0{,}125\, V^2}{2{,}6785\, V^2 - 389;\; V + 34735\, \log n\,(1 + 0{,}0112\, V)}$$

Als mittlerer Zugswiderstand (exklusive Bremswiderstand) von Beginn des Bremsens bis zum Stillstand wurde der Wert

$$w_m = 2{,}5 + 0{,}0006\, V^2$$

Kilogramm pro 1 t Zugsgewicht angenommen.

Die in nachfolgender Tabelle angegebenen Koefficienten entsprechen obigen Formeln für f_m und w_m.

V	f_m	w_m	V	f_m	w_m
20	0,164	2,74	60	0,109	4,66
30	0,142	3,04	70	0,103	5,44
40	0,128	3,46	80	0,098	6,34
50	0,117	4,00	90	0,093	7,36

Die Formel zur Berechnung der Bremsprozente ist

$$p = \frac{1}{f_m}\left(\frac{0{,}42\, V^2}{650} - 0{,}1\, w_m + 0{,}1\, \varepsilon\right) + 0{,}012\, \varepsilon . V.$$

Das letzte Glied dieser Formel ist ein Zuschlag, um die Sicherheit für stärkere Gefälle und größere Geschwindigkeiten zu erhöhen. Die Formel liefert für sehr geringe Geschwindigkeiten und Neigungen rücksichtlich der Möglichkeit des Versagens einzelner Bremsen zu kleine Werte. Daher wurde festgesetzt, daß p nicht kleiner als 6 genommen werden dürfe.

Die Technischen Vereinbarungen des V. D. E.-V. enthalten hinsichtlich Anzahl und Verteilung der Bremsen nachfolgende Bestimmungen (§ 146 und 147) und sind die in der nachstehenden Tabelle enthaltenen Werte nach der angegebenen Formel berechnet. Dieselbe giebt das Wagenbrutto, welches auf bremsbaren Achsen ruhen soll, in Prozenten des Gesamtwagenbruttogewichts.

§ 146. 1. In jedem Zug sollen außer den Bremsen am Tender und an der Lokomotive so viele Bremsen bedient sein, bezw. in Thätigkeit gesetzt werden können, daß mittels derselben mindestens die aus dem nachfolgenden Verzeichnis zu entnehmenden Prozente des Gesamtgewichts der Wagen, bezw. der Anzahl der Achsen bremsbar sind.

Auf Neigungen von		Bremsprozente für eine Zugsgeschwindigkeit von									
		25	30	35	40	45	50	60	70	80	90
‰	1 : x	Kilometer in der Stunde									
0	1 : ∞	6	6	6	6	8	10	17	25	36	48
2,5	1 : 400	6	6	7	9	11	14	21	30	41	54
5,0	1 : 200	6	7	9	12	14	18	25	35	46	59
7,5	1 : 133,33	8	10	12	15	18	21	29	39	51	
10	1 : 100	10	13	15	18	21	25	33	44	56	
12,5	1 : 80	13	15	18	21	25	29	38	48		
15	1 : 66,67	15	18	21	24	28	32	42	53		
17,5	1 : 57,14	18	21	24	27	32	36	46			
20	1 : 50	20	23	27	31	35	39	50			
22,5	1 : 44,44	22	26	30	34	38	43				
25	1 : 40	25	29	33	37	42	47				
30	1 : 33,33	30	34	38	43	48	54				
35	1 : 28,57	34	39	44	49	55					
40	1 : 25	39	45	50	56						

2. Für die Berechnung der Bremsprozente nach diesem Verzeichnis ist maßgebend:

a) diejenige größte Geschwindigkeit, welche bei dem Zug auf der betreffenden Strecke in Anwendung kommen darf;

b) diejenige Bahnneigung — Steigung oder Gefälle — welche dargestellt wird durch die Gerade, die zwei auf der betreffenden Strecke in 1000 m Entfernung liegende, den größten Höhenunterschied zeigende Punkte des Längenschnitts der Bahn miteinander verbindet;

c) daß bei der Berechnung der Bremsprozente nach Achsen eine unbeladene Güterwagenachse stets gleich einer halben Achse gerechnet wird, und daß Personen-, Post- und Gepäckwagen stets als beladen angenommen werden;

d) daß für Geschwindigkeiten unter 25 km in der Stunde die in dem Verzeichnis für 25 km in der Stunde angeführten Bremsprozente gelten;

e) daß bei der Verwendung von Schieblokomotiven die Geschwindigkeit von 25 km in der Stunde angenommen wird.

3. Für Geschwindigkeiten und Neigungen, welche zwischen den in dem Verzeichnis aufgeführten liegen, können die Bremsprozente durch Zwischenschaltung ermittelt werden.

4. Für Bahnstrecken mit Neigungen von mehr als 40‰ (1 : 25) sind für das Bremsen der Züge besondere Vorschriften zu erlassen.

§ 147. 1. Auf eine angemessene Verteilung der Bremsen im Zug ist besondere Rücksicht zu nehmen.

2. Der letzte zu bremsende Wagen (vergl. § 146, Absatz 1) ist derart einzustellen, daß hinter demselben nicht mehr Gesamtgewicht läuft, bezw. Achsen (einschließlich des gebremsten Wagens) folgen, als nach Maßgabe des Verzeichnisses (vergl. § 146) für diesen Bremswagen sich ergiebt.

3. Bei einer Neigung von mehr als 5‰ (1 : 200), sei es, daß dieselbe auf einer Länge von 1000 m oder mehr vorhanden ist, oder daß dieselbe sich nach § 146, Absatz 2*b* durch Rechnung ergiebt, soll der letzte Wagen ein zu bremsender Wagen (vergl. § 146, Absatz 1) sein.

4. Ausnahmsweise kann hinter demselben bei Güterzügen noch ein beschädigter leerer Wagen angehängt werden, sofern derselbe zwar lauffähig, aber inmitten des Zugs nach Art seiner Beschädigung nicht eingestellt werden kann.

Die für die Eisenbahnen Deutschlands erlassenen Vorschriften über die bei den Zügen zu bremsende Bruttolast (s. § 13 des Bahnpolizeireglements) und die den gleichen Gegenstand betreffenden Bestimmungen für die österreichischen Eisenbahnen (s. § 12 der Grundzüge der Verkehrsvorschriften für Hauptbahnen und § 12 der Grundzüge der Vorschriften für den Betrieb auf Lokalbahnen) schreiben für die verschiedenen Gefälle den Teil der Bruttolast, welcher auf gebremsten Achsen ruhen muß, unterschieden nach Zugsgattungen (Güterzügen, Personenzügen) vor.

Diese Vorschriften über die Bestimmung des B., bei welchen dem Einfluß der Zugsgeschwindigkeit nicht genügend Rechnung getragen erscheint, dürften bei den Bahnen Deutschlands und Österreichs in nächster Zeit durch die vorangeführten vom V. D. E.-V. aufgestellten, neuen Vorschriften ersetzt werden.

Kienesperger.

Bremsdistanz (Bremslänge oder Auslauflänge), jene Weglänge, welche ein Zug vom Beginn des Bremsens bis zum Stillstand durchläuft.

Die B. ist abhängig von der Größe des durch das Bremsen hervorgerufenen Widerstands, von der Zugsgeschwindigkeit und von den Neigungs- und Richtungsverhältnissen der Bahn. Die Größe des Bremswiderstands ist eine Funktion des Verhältnisses des gebremsten Zuggewichts zum ganzen Zuggewicht.

Wird angenommen, daß der Bremsdruck gleich dem Gewicht der gebremsten Wagen ist, und bezeichnet v die Fahrgeschwindigkeit in Metern pro Sekunde, V die Fahrgeschwindigkeit in Kilometern pro Stunde, f den Reibungskoefficienten für Rad- und Bremsklotz, B das Verhältnis des gebremsten Zuggewichts in Prozenten des totalen Zuggewichts, W den Bewegungswiderstand (exklusive Bremswiderstand) des ganzen Zugs auf horizontaler, gerader Bahn in Kilogramm pro Tonne, b den Bogenwiderstand in Kilogramm pro Tonne, a die Neigung der Bahn in Tausendsteln der Länge, n die Anzahl der Sekunden, welche verstreichen, bis die volle Bremswirkung nach Beginn des Bremsens eintritt, so ist die Bremsdistanz

$$S = \frac{v^2}{2\,g}\left[\frac{1}{f \cdot \frac{B}{100} + \frac{W}{1000} + \frac{b}{1000} \pm \frac{a}{1000}}\right] + n\,v$$

oder

$$S = \frac{V^2}{254}\left[\frac{1}{f \cdot \frac{B}{100} + \frac{W}{1000} + \frac{b}{1000} \pm \frac{a}{1000}}\right] + n\frac{V}{3{,}6}$$

Das letzte Glied (im Nenner des eingeklammerten Ausdrucks) ist mit dem oberen, positiven Zeichen zu nehmen, wenn das Bremsen in der Steigung erfolgt, das untere, negative Zeichen gilt für Gefälle.

Zur Berechnung von S können die nachstehend verzeichneten Werte für f und W in Rechnung gezogen werden.

Für die Fahrgeschwindigkeit		Reibungskoefficient $= f$		Zugswiderstand $= W$ in Kilogramm pro Stunde
v in Metern pro Sekunde	V in Kilometern pro Stunde	bei trockenem Wetter	bei feuchtem Wetter	
5,55	20	0,251	0,151	2,70
8,33	30	0,233	0,140	2,95
11,01	40	0,217	0,130	3,30
13,89	50	0,202	0,121	3,75
16,67	60	0,188	0,113	4,30
19,33	70	0,176	0,106	4,95
22,22	80	0,164	0,098	5,70
23,00	90	0,153	0,092	6,55

Die für f und W angegebenen Koefficienten sind mittlere, für die ganze Bremsdauer zu rechnende Widerstände. Die Koefficienten f der dritten Kolonne sind aus der Formel

$$f = \frac{4698}{V^2}\left[1 - e^{-\frac{V}{90}}\left(\frac{V}{90} + 1\right)\right]$$

berechnet, welche Formel aus der auf Grundlage der Galton'schen Versuche von Professor Franke aufgestellten Beziehung für den der jeweiligen Geschwindigkeit V entsprechenden Reibungskoefficienten

$$\varphi = 0{,}290\, e^{-\frac{V}{90}}$$

hervorgegangen ist. Werden die Koefficienten der dritten Kolonne um 40 % ermäßigt, so erhält man jene der vierten Kolonne, welche ungünstigen Witterungsverhältnissen entsprechen.

Die mittleren Zugswiderstände W wurden aus der Gleichung

$$W = 2{,}5 + 0{,}0005\, V^2$$

ermittelt, die sich aus der Formel

$$\omega = 2{,}5 + 0{,}001\, V^2$$

ergeben hat.

Der Bogenwiderstand b kann angenommen werden für Bogenradien

von	500	400	350	280	250	200
mit	1	2	3	4	5	6

Die Zeit n kann angenommen werden:

a) für Personenzüge mit kontinuierlichen Bremsen mit $n = 3$ Sekunden;

b) für Personenzüge ohne kontinuierliche Bremsen mit $n = 5$ Sekunden;

c) für Lastzüge mit $n = 8$ Sekunden.

Soll die Zeit T bestimmt werden, in welcher der Zug nach Beginn des Bremsens zum Stillstand gebracht werden kann, so ergiebt sich diese mit

$$T = \frac{V}{35{,}3}\left[\frac{1}{f \cdot \frac{B}{100} + \frac{W}{1000} + \frac{b}{1000} \pm \frac{a}{1000}}\right] + n$$

Sekunden, wobei die verwendeten Buchstaben dieselbe Bedeutung wie in der für S aufgestellten Gleichung haben.

Nach obigen Formeln könnte ein mit kontinuierlicher Bremse versehener Zug, bei welchem 35 % des Gesamtgewichts bremsbar sind, auf einem Gefälle von 5‰ in gerader Strecke bei Geschwindigkeiten von 30, 50 und 70 km auf eine Distanz von 101, 281, bezw. 579 m, ungünstige Verhältnisse vorausgesetzt, in 21, 38, bezw. 57 Sekunden zum Stillstand gebracht werden.

Es muß noch bemerkt werden, daß die auf vorangeführte Weise ermittelten Werte für S und T nur annähernd richtig sein können, weil sie sich auf die Annahme gründen, daß beim Bremsen eine gleichförmige Verzögerung der Geschwindigkeit eintritt, was thatsächlich nicht der Fall ist. Für die praktischen Bedürfnisse liefern die angegebenen Relationen jedoch ganz brauchbare Resultate. Schützenhofer.

Bremsen (*Brakes*, pl.; *Freins*, m., pl.) für Eisenbahnfahrzeuge, jene mechanischen Vorrichtungen an denselben, durch deren Anwendung der Bewegungswiderstand der Fahrzeuge nach Bedarf gesteigert werden kann.

Die B. finden Verwendung zur Regulierung der Zugsgeschwindigkeit, zum Anhalten der Züge und zur Versicherung stehender Fahrzeuge oder Züge gegen eine nicht beabsichtigte Ingangsetzung derselben.

A. Allgemeines.

Rücksichtlich der Art, in welcher die hemmende Wirkung zu stande kommt, lassen sich folgende Hauptgruppen von B. unterscheiden:

1. Klotzbremsen, bei welchen das Bremsen durch Anpressen von Backen (Klötzen) an die Radumfänge erfolgt. Zu dieser Gattung gehören fast alle derzeit bei den Eisenbahnfahrzeugen in Verwendung stehenden B.

2. Schlittenbremsen, das sind mechanische Vorrichtungen, mittels welcher Gleitbacken (Bremsschlitten) gegen die Schienenfläche gedrückt werden können. Beim Bremsen erfolgt eine teilweise Entlastung der Räder, indem ein Teil des Wagengewichts durch die Schlitten auf die Schienen übertragen wird. Infolge dieses Umstands, und nachdem sich bei diesen B. beim Befahren von Weichen und Kreuzungen verschiedene Übelstände ergeben, ist die Verwendung von Schlittenbremsen auf ein Minimum gesunken. Gegenwärtig stehen solche B. noch auf den schiefen Ebenen von Lüttich und Aachen und vereinzelt bei Rangierlokomotiven in Anwendung.

3. Keilbremsen, bei welchen ähnlich wie bei Bremsschuhen (s. d.), Keile zwischen Rad und Schiene gepreßt werden, wobei ein teilweises Abheben des Rads von der Schiene erfolgt. Die Keilbremsen wirken zwar kräftig, aber stoßartig, und ergeben sich beim Befahren von Gleisverbindungen dieselben Schwierigkeiten wie bei Schlittenbremsen. Aus diesem Grund werden Keilbremsen nicht mehr angewendet.

4. Bandbremsen, bei welchen das Bremsen der Räder mittelbar durch Bremsscheiben bewirkt wird, die auf den Radachsen festgekeilt sind. Nebenstehende Figur (Fig. 320) versinnlicht in schematischer Darstellung eine Bandbremse. Das Stahlband, das die Scheibe S umgiebt, ist mit seinen Enden mit dem zweiarmigen Hebel abc, dessen fester Drehpunkt c ist, in den Punkten a und d verbunden. Durch das Niederdrücken des Hebels wird das Band gespannt und kommt am Umfang der Scheibe mit einem bestimmten Druck zum Anliegen.

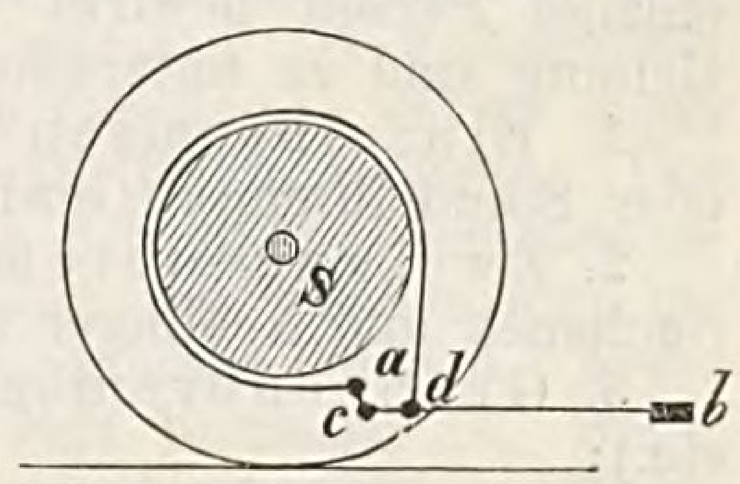


Fig. 320.

Manchmal wird die Konstruktion auch in der Weise ausgeführt, daß der Druck des Bands nicht unmittelbar, sondern durch eine Anzahl Futterstücke auf den Umfang der Scheibe übertragen wird. In beiden Fällen hemmt die entstehende Reibung die Drehung der Scheibe und damit diejenige des Rads. Die Bandbremsen finden hauptsächlich bei Fahrzeugen von Bergbahnen Verwendung.

Mit Rücksicht darauf, daß die Schlitten- und Keilbremsen dermalen bei den Eisenbahnen fast keine, die Bandbremsen aber nur geringe Verwendung finden, sollen nachstehend nur die Klotzbremsen behandelt werden.

Die B. bestehen der Hauptsache nach aus:

1. der Kraftmaschine (der Bremsmotor), welche die für das Bremsen erforderliche Kraft (die Bremskraft) erzeugt;

2. dem Apparat, welcher die dem Bremsmotor zuzuführende mechanische Arbeit in der entsprechenden Form liefert (gespannter Dampf, komprimierte Luft etc.);

3. den Teilen für das Anlassen und Abstellen des Bremsmotors und für die Verbindung desselben mit der ad 2 genannten Vorrichtung (Bremsleitung etc.);

4. dem Mechanismus, durch welchen die Wirkung der Bremskraft vermittels der Bremsklötze als Bremsdruck auf die Radumfänge übertragen wird (Bremsgestänge).

Bei jenen B., bei welchen die Bremswirkung durch den Aufwand der Muskelkraft des Men-

schen erzeugt wird, fehlen die sub 1, 2 und 3 angeführten Vorrichtungen vollständig und werden diese Konstruktionsteile durch den Menschen ersetzt.

Die Bremsmotoren zeigen bei den einzelnen Konstruktionen je nach der Form, in welcher mechanische Arbeit (Dampf, komprimierte Luft etc.) zur Verwendung gelangt, wesentliche Verschiedenheiten. Das Gleiche gilt von den ad 2 und 3 genannten Apparaten. Dagegen haben die Mechanismen für die Übertragung der Bremskraft in der Regel große Ähnlichkeit, weil der Ursprung der Bremskraft auf die Konstruktion dieser Teile wenig Einfluß üben kann.

Die Einrichtung der anfänglich zur Anwendung gekommenen B. erforderte für jedes mit einer B. ausgerüstete Fahrzeug eine besondere Bedienung (einen Bremser). Teils um Personal zu sparen, teils zur Erzielung einer exakteren Bremswirkung wurden später Konstruktionen ausgeführt, bei welchen das Anziehen und Lösen der B. (d. i. das Hervorrufen der Bremswirkung und das Aufhörenlassen derselben), für zwei, mehrere und endlich für die sämtlichen mit B. versehenen Fahrzeuge des Zugs durch eine einzige Person bewirkt wird. In dieser Beziehung sind zu unterscheiden:

1. Einzelbremsen (gewöhnliche Hand- oder Spindelbremse, Gewichtsbremse etc.);
2. Zweiwagenbremsen (Patent Hardy, Suchanek und Neblinger etc.);
3. Gruppenbremsen (Patent Heberlein etc.);
4. durchlaufende oder kontinuierliche B. (Patent Hardy, Körting, Westinghouse, Carpenter, Klose etc.).

Bei den Gruppenbremsen und bei den durchlaufenden B. ergiebt sich eine weitere Gliederung nach der Art und Weise der Veranlassung der Bremswirkung, und sind hiernach zu unterscheiden:

1. nicht automatische B.,
2. automatische B.

Bei den ersteren kann das Bremsen der Fahrzeuge nur durch die entsprechende Manipulation des Bedienungspersonals geschehen, während bei den automatischen B. die Wirkung der Bremskraft überdies noch durch den Eintritt zufälliger Ereignisse (Reißen der Kuppelungen, Störungen im Bremsapparate u. dgl.) selbstthätig hervorgerufen wird.

Weiters lassen sich die B. je nach den Anforderungen, welche in Bezug auf Schnelligkeit und Stärke der Wirkung gestellt werden, in Betriebs- oder Arbeitsbremsen, in Not- oder Gefahrbremsen, endlich in Rangierbremsen unterscheiden.

Bei den Betriebsbremsen ist in der Regel ein allzu rasches, fast plötzliches und dabei sehr kräftiges Bremsen nicht nötig, ja, wegen der damit verbundenen Unzukömmlichkeiten (Belästigung der Reisenden, Schädigung der Fahrzeuge durch Stöße) auch nicht erwünscht, und entsprechen B., mit welchen sich eine zwar kräftige, aber mehr allmähliche Wirkung erzielen läßt, dem gewöhnlichen Verkehrsbedürfnisse am besten; außerordentliche Umstände (Entgleisung, Gefahr eines Zusammenstoßes) erheischen jedoch vor allem bei schnellfahrenden Zügen auch Vorkehrungen behufs Erzielung einer möglichst raschen und kräftigen Bremsung (Notbremsen), während für Rangierzwecke B. vollkommen ausreichen, mit welchen sich weder eine besonders rasche noch kräftige Wirkung erzielen läßt.

Die Betriebsbremsen werden thunlichst derart eingerichtet, daß sie je nach Bedarf als Rangierbremsen und als Notbremsen verwendet werden können. Der ersten Bedingung kann in der Regel ohne Schwierigkeit entsprochen werden und ist in manchen Fällen (Hand-, Gewichtsbremsen) hierfür eine besondere Konstruktionsausführung überhaupt nicht nötig. Die Einrichtung der Betriebsbremsen als Notbremsen kann dagegen auf Schwierigkeiten stoßen, weil die Raschheit teilweise nur auf Kosten der Stärke der Wirkung erzielt werden kann; demungeachtet finden sich Mittel und werden dieselben bei den bestehenden B. angewendet, mit welchen sich den zu stellenden Anforderungen in befriedigender Weise entsprechen läßt. Näheres hierüber wird bei Besprechung der einzelnen Bremskonstruktionen angegeben werden.

Bei der vorher aufgestellten Einteilung der B. in Betriebs-, Gefahr- und Rangierbremsen wurden bereits die an B. zu stellenden Bedingungen angedeutet. Die Anforderungen, welche an Betriebsbremsen gestellt werden, haben in den letzten zwei Decennien eine wesentliche Steigerung erfahren. Die großartige Entwicklung des Eisenbahnwesens konnte nicht ohne nachhaltigen Einfluß auf die Konstruktion der B. bleiben und ist die fortschreitende Verbesserung und der gegenwärtige Zustand hoher Vollkommenheit einiger Bremssysteme zum Teil als Bedingung jener Entwicklung anzusehen.

Die geringe Belastung, bezw. Länge der Züge und deren verhältnismäßig niedrige Verkehrsgeschwindigkeit ließen früher die gewöhnlichen Einzelbremsen (Handbremsen), im Notfall unterstützt durch Contredampf, für das Sicherheitsbedürfnis als ausreichend erscheinen.

Die Schnellzüge der Gegenwart, in welchen die vierfachen Belastungen mit der doppelten Geschwindigkeit als ehedem befördert werden, wären unmöglich, wenn dem Lokomotivführer nicht Mittel zu Gebote stünden, das kolossale Bewegungsmoment des Zugs thunlichst zu beherrschen.

Demungeachtet finden Einzelbremsen immerhin große Verwendung, weil durchgehende B. hauptsächlich nur bei schnellfahrenden Personenzügen unentbehrlich erscheinen.

Die notwendigen Erfordernisse einer B. für mäßige Verkehrsansprüche wären hiernach:

1. Möglichste Einfachheit und Solidität der Konstruktion und Dauerhaftigkeit des Materials.
2. Leichte Manipulation beim Bremsen.
3. Kräftige, entsprechend schnelle und verläßliche Wirkung.
4. Billige Herstellung und Erhaltung.

Für hohe Verkehrsansprüche sollen die B. außerdem noch den folgenden Bedingungen entsprechen:

5. Die B. soll durchgehend und automatisch sein.
6. Sie soll durch den Lokomotivführer und das Zugspersonal, eventuell auch durch die Passagiere in Wirksamkeit gesetzt werden können.
7. Sie soll bezüglich ihres Betriebszustands und Wirkungsgrads leicht kontrollierbar sein und soll überdies eine Selbstkontrolle ausüben.
8. Die Wirkung soll regulierbar und an-

haltend sein, möglichst rasch, aber nicht stoßartig erfolgen. Die Bremswirkung soll im ganzen Zug möglichst gleichzeitig und gleichmäßig eintreten. Das Gleiten der Räder auf den Schienen soll vermieden werden.

9. Die B. muß in Notfällen in derselben Weise wie unter normalen Verhältnissen benutzt werden können.

10. Die Bremsleitung und deren Verbindung von Fahrzeug zu Fahrzeug, d. i. die Kuppelung, soll leicht und sicher in betriebsfähigem Zustand zu erhalten sein.

11. Die Konstruktion soll übersichtlich und für das Zugbegleitungspersonal verständlich sein.

12. Die Betriebskosten sollen sich möglichst gering gestalten.

Inwieweit bei den in Verwendung stehenden Bremskonstruktionen den aufgestellten Bedingungen entsprochen ist, wird bei Beschreibung der einzelnen Systeme näher erörtert werden.

In manchen Fällen werden die Fahrzeuge für zwei oder mehrere verschiedene Bremssysteme eingerichtet. Für durchgehende B. (z. B. Vakuumbremsen) eingerichtete Wagen erhalten häufig auch die Einrichtung für Einzelbremsung (Handbremse), teils um den Wagen in Zügen, welche keine durchgehende B. besitzen, als Bremswagen ausnutzen zu können, teils um dem Wagen eine Rangierbremse zu geben. In ähnlicher Absicht werden Fahrzeuge (Personenwagen), die auf mehreren Bahngebieten verkehren müssen, für die bei diesen Bahnen eingeführten Bremssysteme und außerdem noch für Handbremsung eingerichtet.

Auf diese Weise ist man zur Konstruktion der kombinierten B. gelangt, welche gleiche Eignung für mehrere verschiedenartige Bremskräfte besitzen.

Die kombinierten B. müssen für die Erzeugung der verschiedenen, zur Verwendung kommenden Bremskräfte besondere Konstruktionsteile besitzen; hierbei sind für durchgehende B. auch die entsprechenden Verbindungsteile der in Betracht zu ziehenden Bremssysteme an dem Fahrzeug anzubringen. Dagegen ist der Mechanismus für die Übertragung der Bremskraft wenigstens von einer gewissen Stelle angefangen für alle Bremskräfte gleichartig.

Zu erwähnen sind noch Wagen mit sogenannten Bremsleitungen (auch wohl Leitungswagen genannt), welche in einen mit einer bestimmten durchgehenden B. ausgerüsteten Zug einrangiert, hinsichtlich dieses Bremssystems selbst nicht bremsbar sind, aber mit Konstruktionsteilen (z. B. Rohrleitungen) versehen sind, welche das Anlassen der Bremsmotoren für die anderen Wagen (Bremswagen) des Zugs vermitteln.

B. finden bei allen Arten von Fahrzeugen Verwendung und ist die Mehrzahl der Bremskonstruktionen sowohl für Wagen und Tender als auch für Lokomotiven geeignet; nur einige B. sind als specielle Lokomotivbremsen anzusehen (z. B. Le Chatelier-Bremsen).

B. Bremsgestänge.

Die Konstruktion der Bremsgestänge ist bezüglich einer Anzahl von Teilen unabhängig von der Art des Bremsmotors und weisen in dieser Richtung die in Verwendung stehenden Mechanismen für die Übertragung der Bremskraft in der Regel sehr viel Ähnlichkeit auf.

Diese Teile des Bremsgestänges sind:

1. die Bremsklötze, d. s. Backen, durch welche der Druck unmittelbar auf die Radumfänge übertragen wird;

2. die Bremsklotzhängungen, welche aus den Hängeisen (Hängelamellen, Bremsschuhe) und den Hängelagern bestehen. Vermittels der Hängeisen sind die Bremsklötze an den am Gestell des Fahrzeugs befestigten Hängelagern aufgehängt;

3. die Querstangen (Traversen), welche die auf einer Seite der Achse befindlichen Hängeisen der zu den beiden Rädern dieser Achse gehörigen Bremsklotzhängungen verbinden;

4. die Druck- oder Zugstangen, deren eines Ende mit dem Klotzgehänge oder den Traversen und deren anderes Ende mit

5. der Bremswelle oder richtiger mit den an dieser Welle befindlichen kurzen Hebeln (kleinen Bremswellenhebeln) verbunden ist. Ein größerer gleichfalls an dieser Welle sitzender Hebel (großer Bremswellenhebel) steht durch

6. die Haupt-, Zug- oder Druckstangen entweder mit dem Bremsmotor oder mit einem Winkelhebel (wie bei der Spindelbremse) in Verbindung.

So wenig alle diese Teile bei jedem Bremsgestänge vorkommen müssen, so finden sich andererseits aber auch Gestänge, welche noch eine größere Anzahl von Teilen besitzen. Der erste Fall ergiebt sich bei einfacheren Bremsgestängen (Hebelbremsen), bei welchen einzelne Teile mehrfachen Funktionen dienen, sowie dann, wenn nur ein Rad bremsbar ist, wobei selbstverständlich Querverbindungen entfallen.

Mehr Teile (Einschaltungen von Winkelhebeln, Zwischenwellen etc.) werden erforderlich, wenn die Übersetzung der B., bezw. der Quotient $\frac{\text{Bremsdruck}}{\text{Bremskraft}}$ vergrößert werden soll oder wenn die Disposition des Bremsmotors, sowie andere Umstände eine Verlegung der Kraftebenen erforderlich machen.

Die gebräuchlichsten Anordnungen der Bremsgestänge sind aus den nachstehenden Figuren zu ersehen.

In den Fig. 321, 322, 323 sind sogenannte schwingende B. dargestellt, während die in Fig. 326 und 327 veranschaulichten B. fix gelagerte Bremswellen besitzen.

Bei der B. Fig. 321 sind die Hängeisen *g d* über die Klötze nach abwärts verlängert. In dieser Verlängerung sind die Bremswellen *v* und

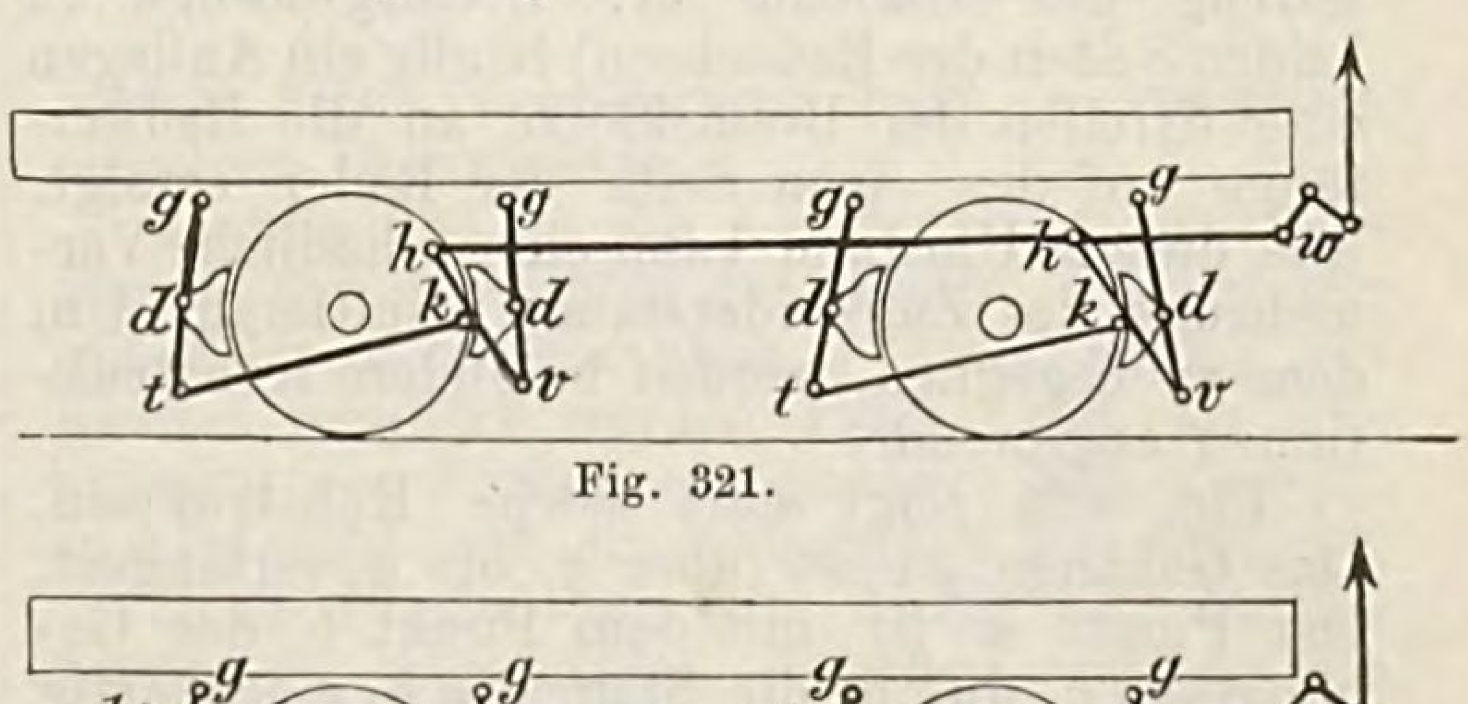


Fig. 321.

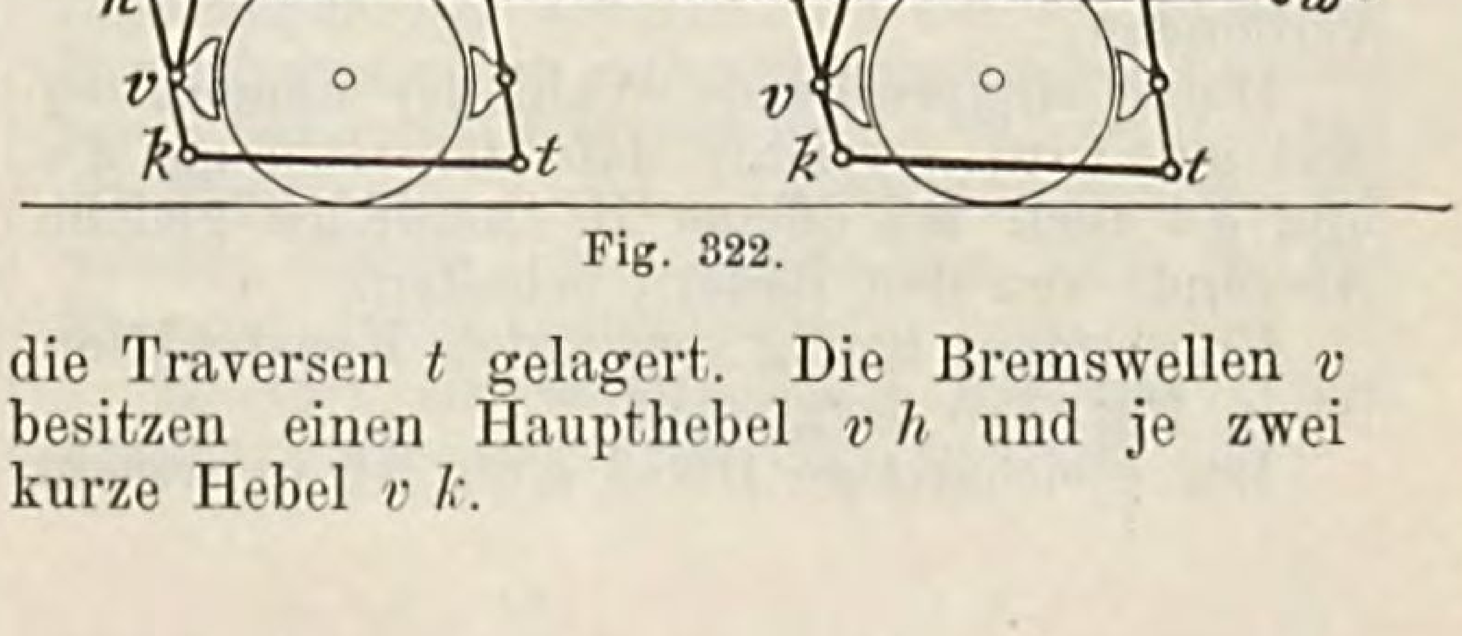


Fig. 322.

die Traversen *t* gelagert. Die Bremswellen *v* besitzen einen Haupthebel *v h* und je zwei kurze Hebel *v k*.

Die Haupthebel sind durch die Hauptzugstange $h\,h\,w$ miteinander und mit dem Hauptzugwinkel w verbunden.

Die kleinen Hebel $v\,k$ stehen durch die Zugstangen $k\,t$ mit den Bremstraversen t in Verbindung.

Die B. der Fig. 322 unterscheidet sich von der vorhergehenden durch geänderte Lagerung der Bremswellen v und die abweichende Anordnung der kleinen Hebel $v\,k$.

Die B. Fig. 323 besitzt keine Bremswelle. Die Hebel $k\,v\,h$ werden durch die dreieckförmig ausgebildeten Traversen $t\,v$ und $t\,k$ getragen.

Die schwingenden B. zeichnen sich in der Regel durch Einfachheit aus. Sie haben jedoch den Mangel, daß es konstruktive Schwierigkeiten macht, die Bremsdrücke auf beiden Seiten der Räder gleich groß zu erhalten.

Der größere Mangel ist jedoch, daß bei offener B. (infolge der nicht symmetrischen Verteilung des Gewichts der Bremsgestänge zu beiden Seiten der Radachsen) häufig ein Anliegen oder Streifen der Bremsklötze an die Radumfänge auf der einen Seite der Räder erfolgt. Aus diesem Umstand kann eine schädliche Vermehrung des Zugswiderstands resultieren. Um dem zu begegnen, werden besondere Konstruktionen angewendet.

Fig. 324 zeigt eine solche Konstruktion. Das Gehänge $g\,t$ ist über g bis a verlängert. Der Punkt a ist mit dem Punkt b des Gehänges $g\,v$ durch die Stange $a\,b$ gelenkartig verbunden.

Durch entsprechende Wahl der Längen $a\,g$ und $g\,b$ wird erreicht, daß die Gehänge $g\,v$ und $g\,t$ auch bei offener B. thunlichst gleiche Abstände von den Rädern behalten.

Eine andere, häufig verwendete Konstruktion ist in Fig. 325 dargestellt.

Der gleicharmige Hebel $a\,b\,c$ ist in seinem Drehpunkt mit der Lagerführung in fixer Lagerung verbunden. Die Hebelenden a und b stehen durch die Lenkstangen $b\,v$ und $a\,t$ mit den Gehängen in Verbindung.

Die B. Fig. 326 ist eine einseitige B. mit fixer Welle, jene der Fig. 327 eine zweiseitige, nicht schwingende B.

Bei einseitigen, festen B. werden manchmal die unteren Enden der Lagerführungen mit den Bremswellenlagern verbunden (Fig. 326).

Gegen die einseitigen B. läßt sich einwenden, daß die Beanspruchung der Radachsen auf Biegung infolge der einseitigen Einwirkung des Bremsdrucks eine ziemliche Erhöhung erfährt. Ferner wird durch die Einwirkung der einseitigen B. der Wagen während des Fahrens an dem einen Ende gehoben und an dem entgegengesetzten Ende herabgezogen. Auf diese Weise kann sich eine bedeutende Höhendifferenz der gegeneinanderstehenden Buffer von zwei aufeinanderfolgenden Wagen ergeben.

Bezeichnet man den Radstand mit r, die horizontale Entfernung der Bremsklotzaufhängung von der zugehörigen Wagenachse mit e, die Entfernung der Bufferfläche von der Radstandmitte mit $\frac{l}{2}$ (die Größen r, e und l in Metern ausgedrückt), ferner die Setzung einer Tragfeder pro 1 Tonne in Millimetern mit σ, den Druck eines Bremsklotzes auf das Rad mit b in Tonnen, und den Reibungskoefficienten für Rad und Klotz mit f, so ist die Hebung, bezw. Senkung der Buffer einer Seite in Millimetern

$$v = \sigma \frac{l}{r}\left(1 \pm \frac{2\,e}{r}\right).f.b,$$

wobei das positive Zeichen für äußere B. und das negative Zeichen für innere B. zu nehmen ist.

Durch die B. mit festen, in der Wagenmitte angeordneten Wellen wird der Raum zwischen

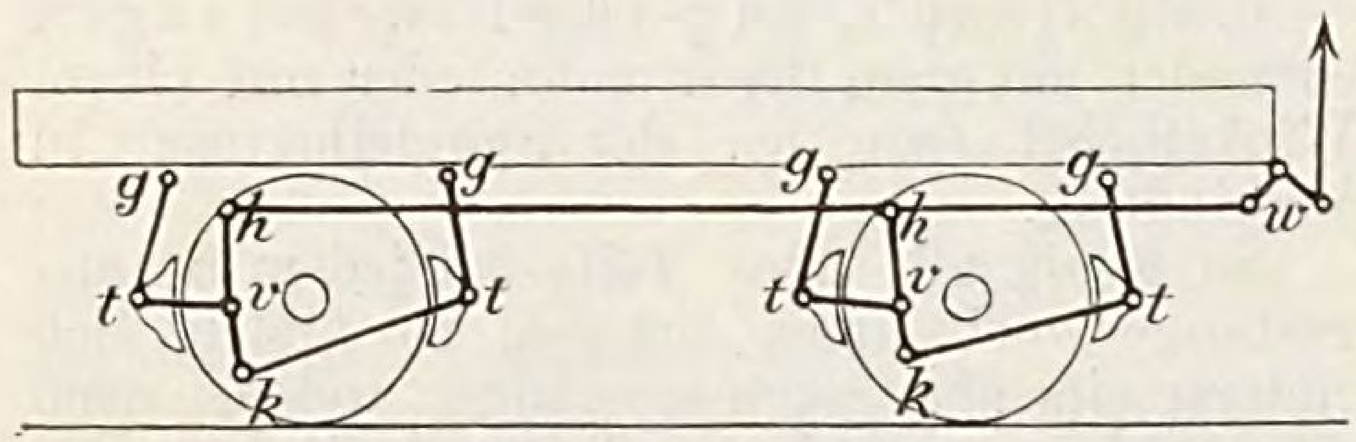


Fig. 323.

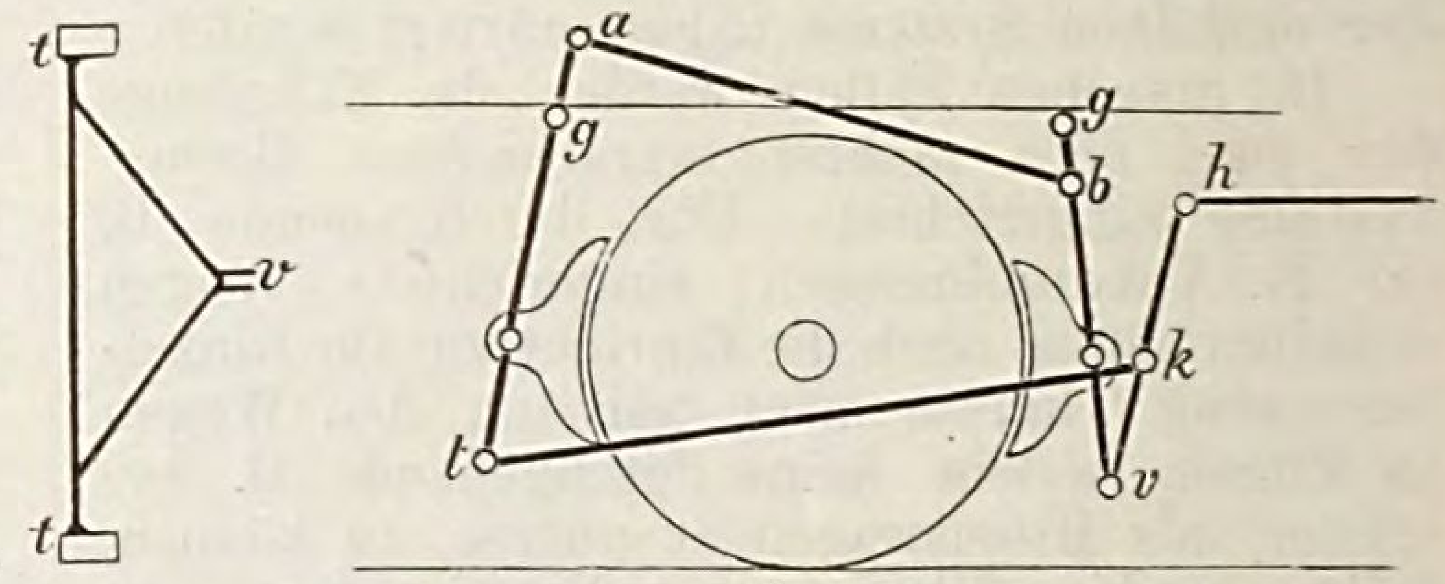


Fig. 324.

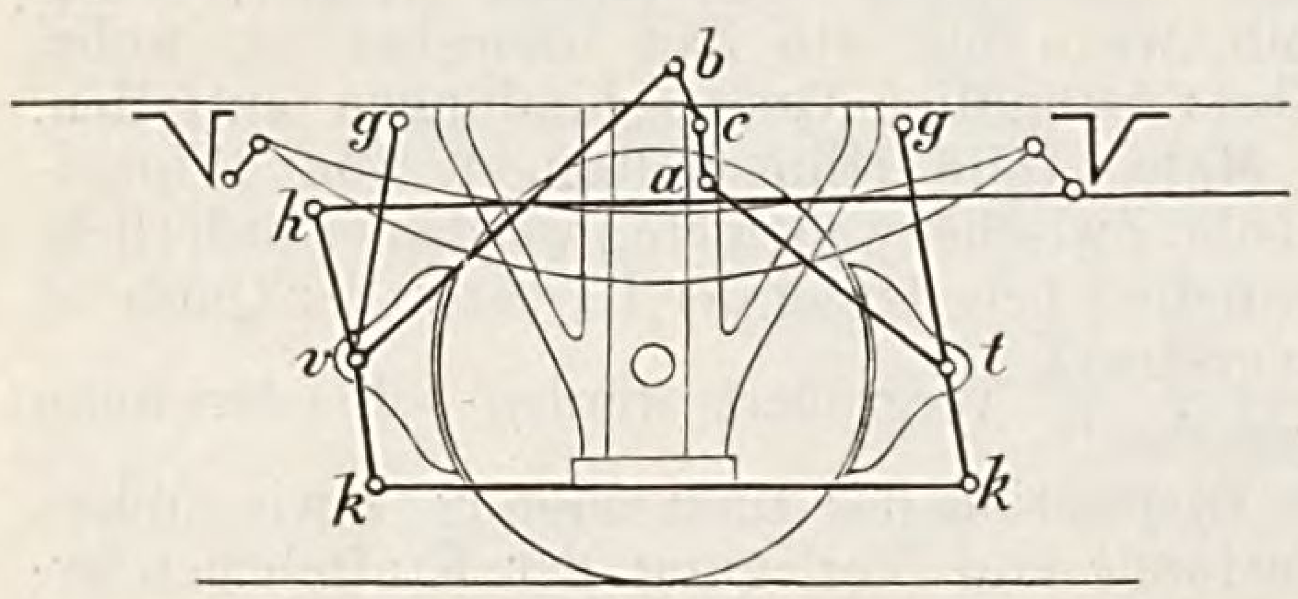


Fig. 325.

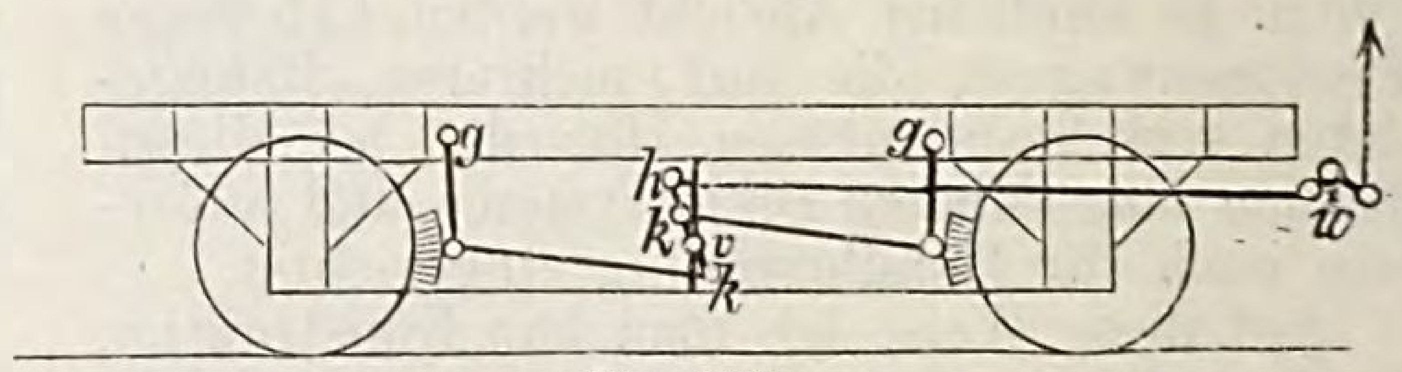


Fig. 326.

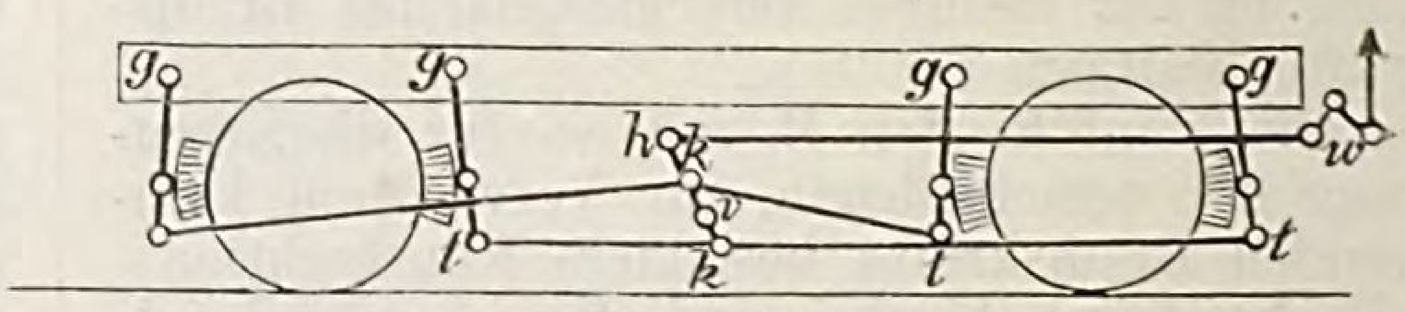


Fig. 327.

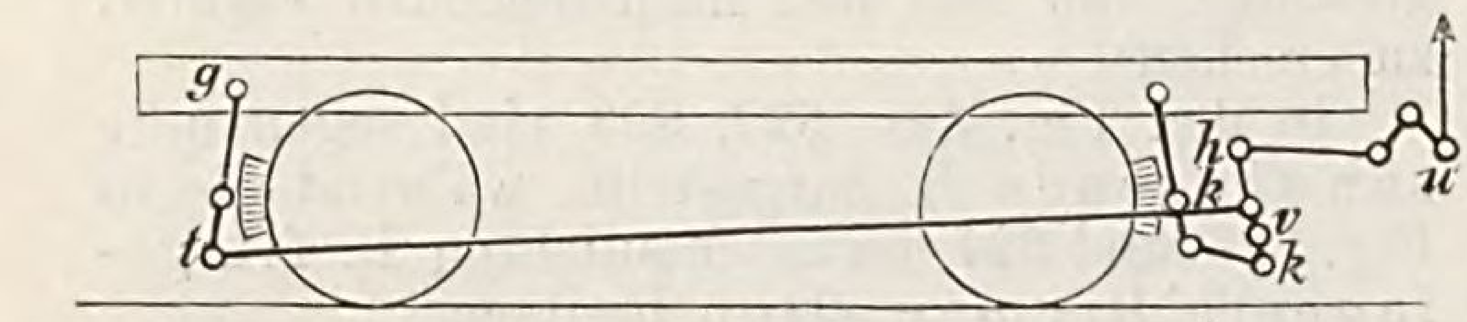


Fig. 328.

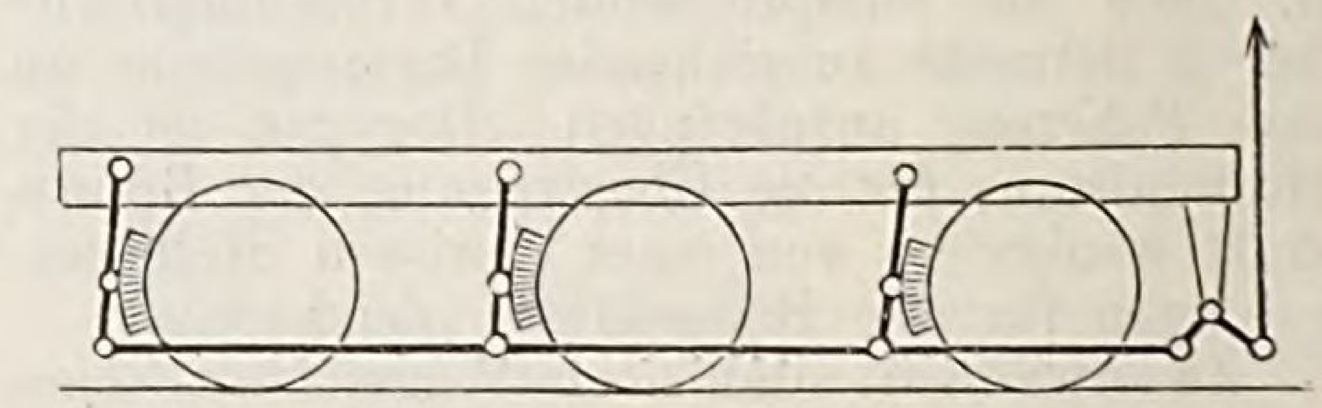


Fig. 329.

den Rädern ziemlich verbaut, was bei den schwingenden B. in der Regel weniger der Fall ist.

Es werden daher manchmal B. mit fester Welle in der Anordnung der Fig. 328 ausgeführt.

In Fig. 329 und 330 sind B. mit fester Welle skizziert, wie selbe für dreiachsige Tender in Verwendung kommen.

Fig. 329 stellt eine einseitige Tenderbremse vor; Fig. 330 eine zweiseitige B., bei welcher außer der Welle *v* noch eine Umkehrwelle *v'* angeordnet ist. Die Welle *v* wird häufig zwischen das erste und zweite Rad verlegt (siehe Fig. 331). In diesem Fall wird außer der Welle *v* noch der Hauptzugwinkel *w*, welcher mit jener durch die Hauptzugstange *w h* verbunden ist, erforderlich.

Das Schleifen der Klötze an den Rädern bei offener B. kommt nicht nur bei schwingenden B. vor, sondern es kann auch noch ein anderer Umstand ein solches Schleifen hervorrufen. Eiserne Klötze sind häufig mit den Hängeisen nur durch einen Bolzen verbunden, um welchen

Durch den andauernden Gebrauch der B. ergiebt sich, wie bereits erwähnt, eine fortschreitende Abnutzung der Klötze, so daß von Zeit zu Zeit ein Nachstellen derselben und endlich der Ersatz durch neue Klötze vorgenommen werden muß. Für das Nachstellen der Klötze kommen verschiedene Einrichtungen zur Anwendung.

Fig. 334 zeigt eine solche Einrichtung, welche ermöglicht, die wirksame Länge der Hauptzugstange *w h* zu regulieren, indem man das Auge des großen Bremswellenhebels mit einem nach rechts folgenden Auge der Hauptzugstange verbindet, wodurch die sämtlichen an dem Bremsgestänge befestigten Bremsklötze den Radumfängen um gleiche Beträge genähert werden. Diese Art der Nachstellung gestattet

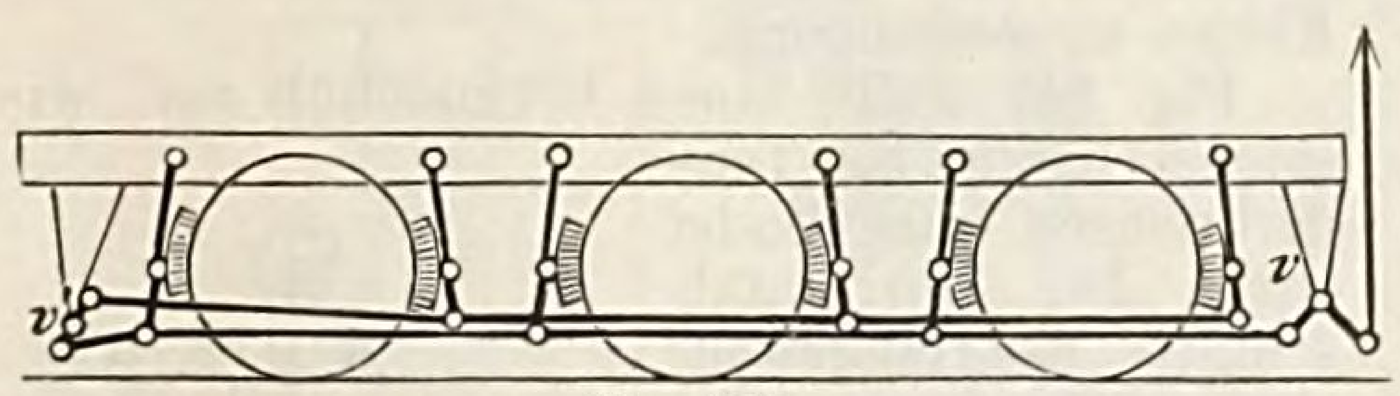


Fig. 330.

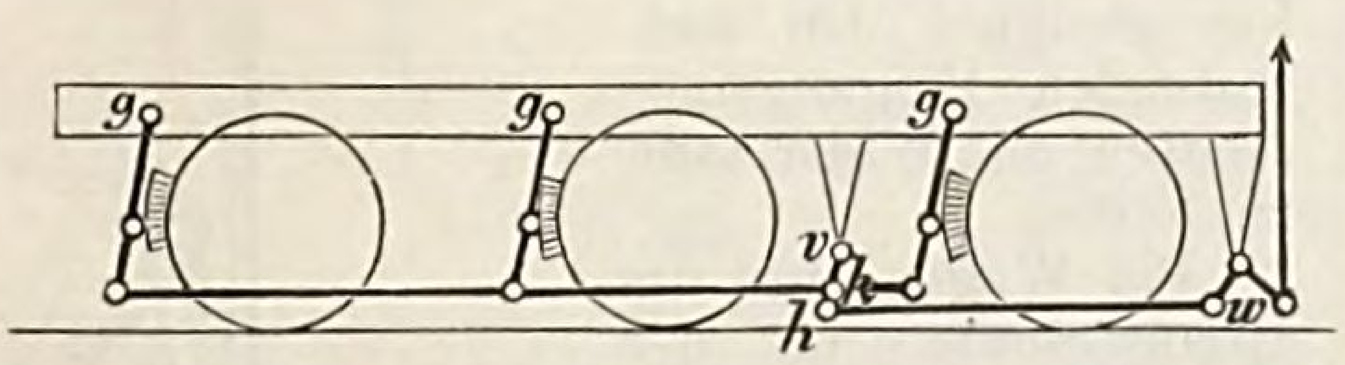


Fig. 331.

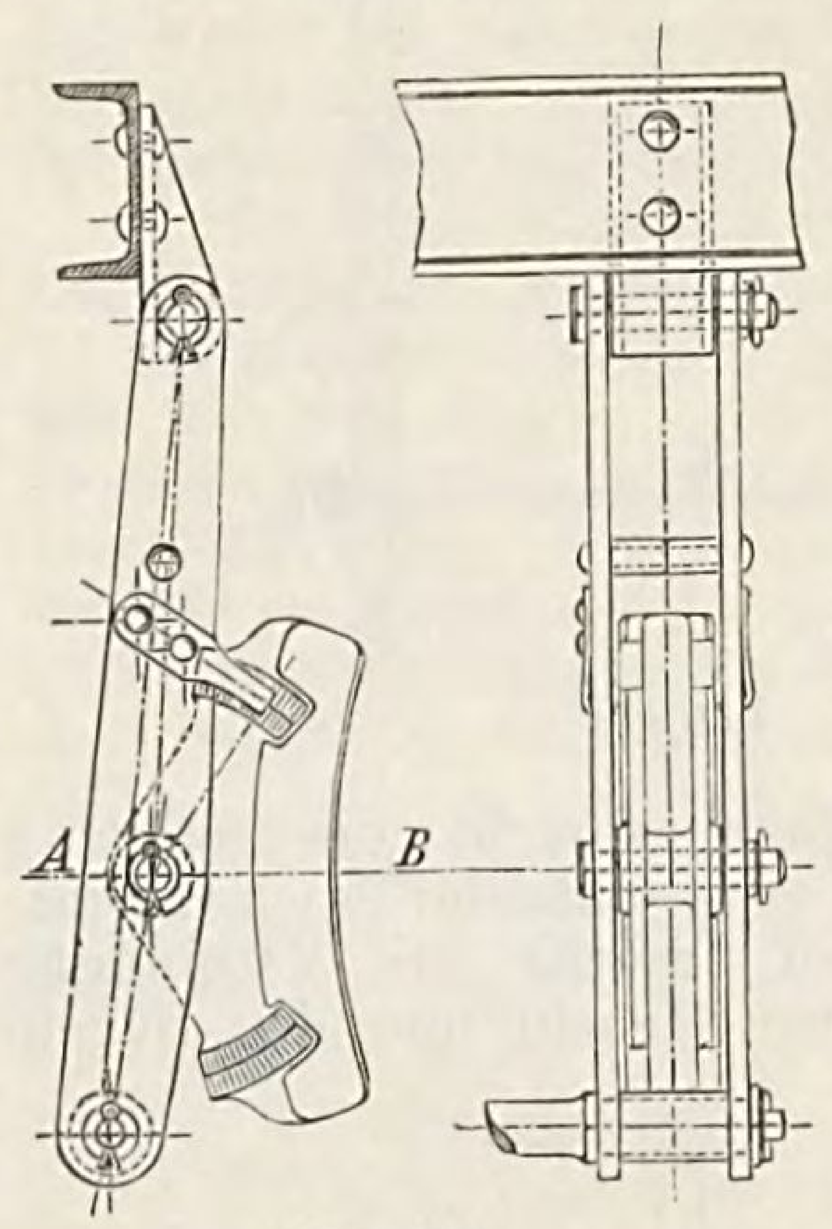


Fig 332.

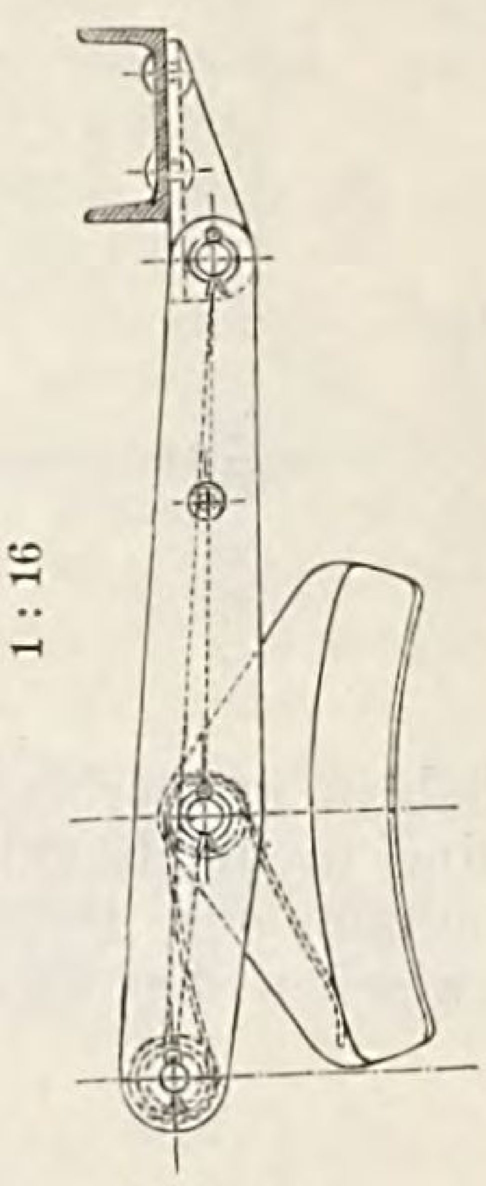


Fig. 333.

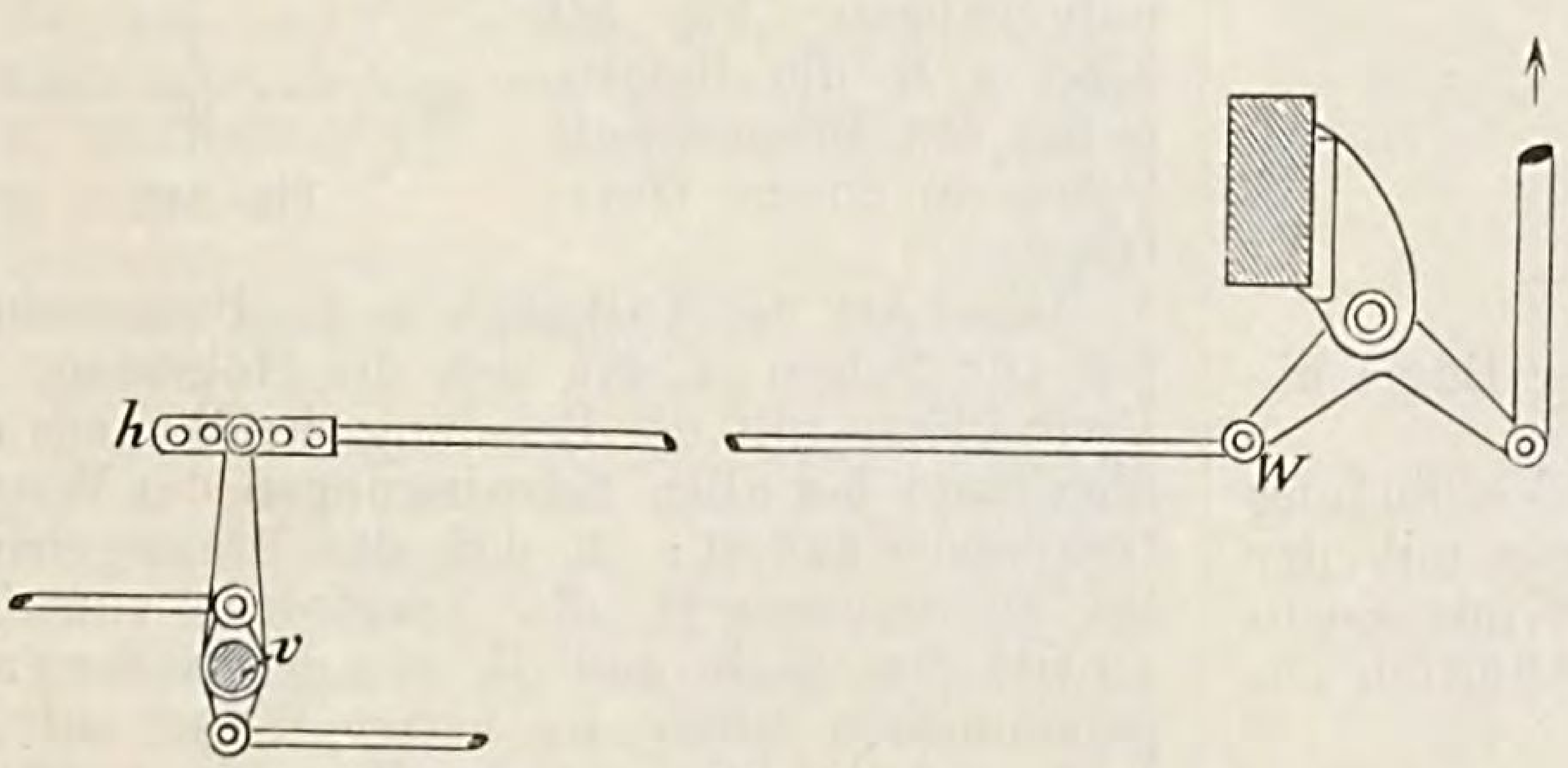


Fig. 334.

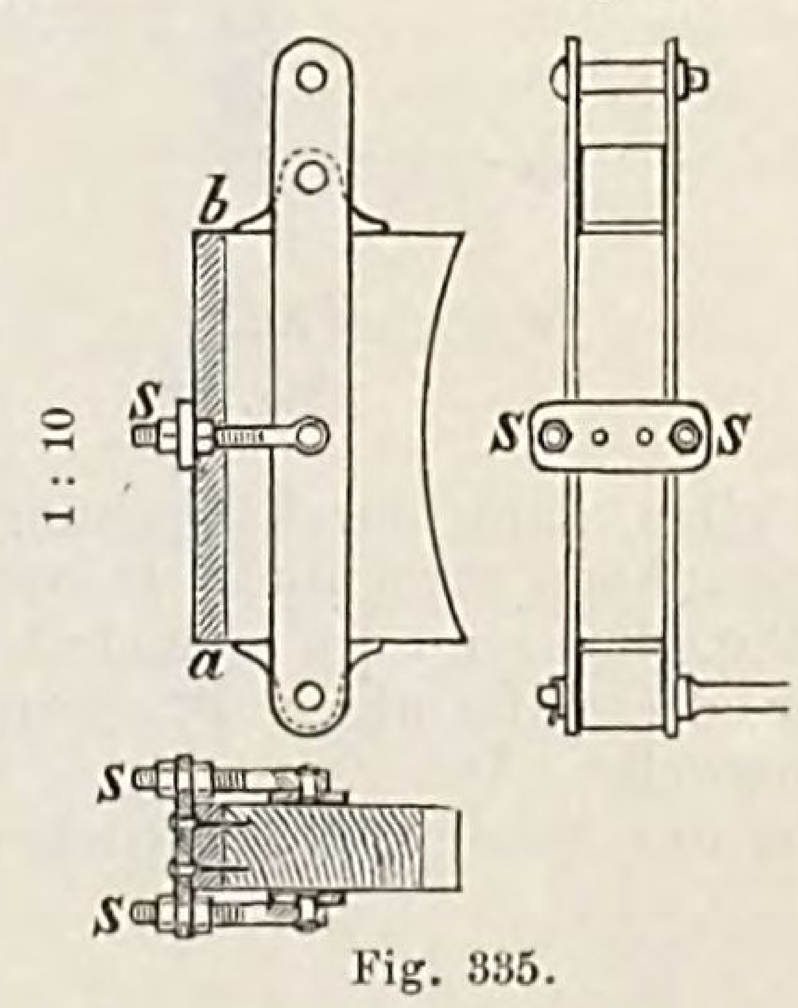


Fig. 335.

eine Drehung der Klötze möglich ist. Die Klötze sind hierbei allerdings zwischen den Hängelamellen durch Reibung, jedoch ungenügend gehalten.

Man hat diesem Übelstand in mehrfacher Weise zu begegnen gesucht. Die Bremsklötze wurden mit Zahnungen versehen (Fig. 332), in welche auf die Lamellen genietete federnde Haken eingriffen. Dieses Mittel hat sich nicht besonders bewährt, da die Zahnungen meist sehr bald abgenutzt werden. Auch scheibenförmige Federblättchen wurden zur Erhöhung der Reibung zwischen Klotz und Lamellen eingelegt.

Gut bewährt haben sich Flachfedern, die, lyraförmig gebogen, sich mit einem Ende an den unteren Verbindungsbolzen der Hängelamellen, mit dem anderen Ende gegen den Klotzunterteil stützen (Fig. 333).

jedoch keine Regulierung beim Auswechseln einzelner Bremsklötze.

In Fig. 335 ist die Konstruktion eines Gehänges für Holzklötze dargestellt, bei welcher mit Hilfe der Schrauben *s* die Stellung des Klotzes reguliert werden kann. Hat die Abnutzung des Klotzes ein gewisses Maß erreicht, so wird wohl auch ein Beilagstück *a b* eingelegt.

Diese Einrichtung wird häufig bei schwingenden B. angewendet. Hierbei erhalten die Zugstangen (Fig. 336 und 337) auf der Seite der Bremstraverse ein Schraubengewinde. Die Traverse hat zwei Bohrungen von der Größe, daß die Zugstangen z_1 und z_2 leicht hindurchgesteckt werden können. Die Zugstangen sind in der Traverse durch Gegenmuttern festgehalten.

B. mit eisernen Klötzen besitzen öfters Stellvorrichtungen nach Fig. 338 und 339.

In Fig. 338 sind die Bremszugstangen z durch Bügel mit den kleinen Bremswellen-

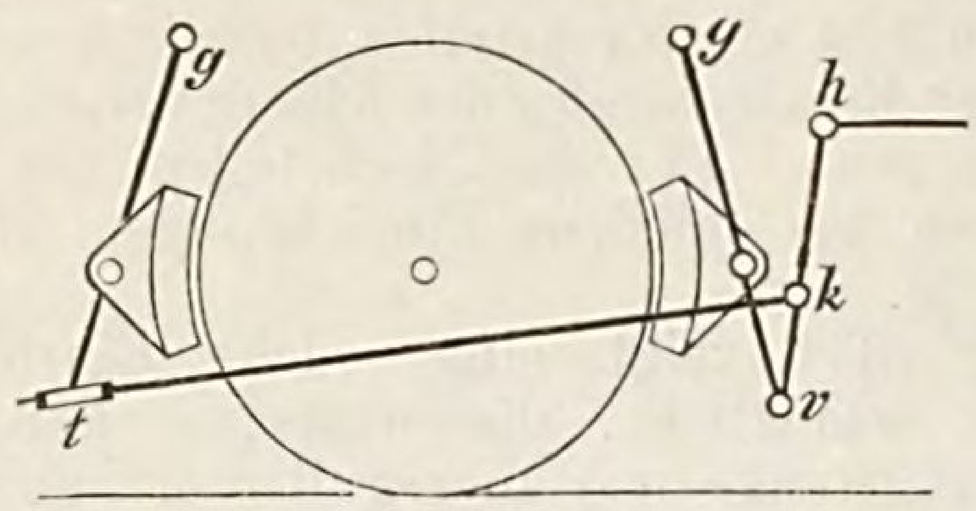


Fig. 336.

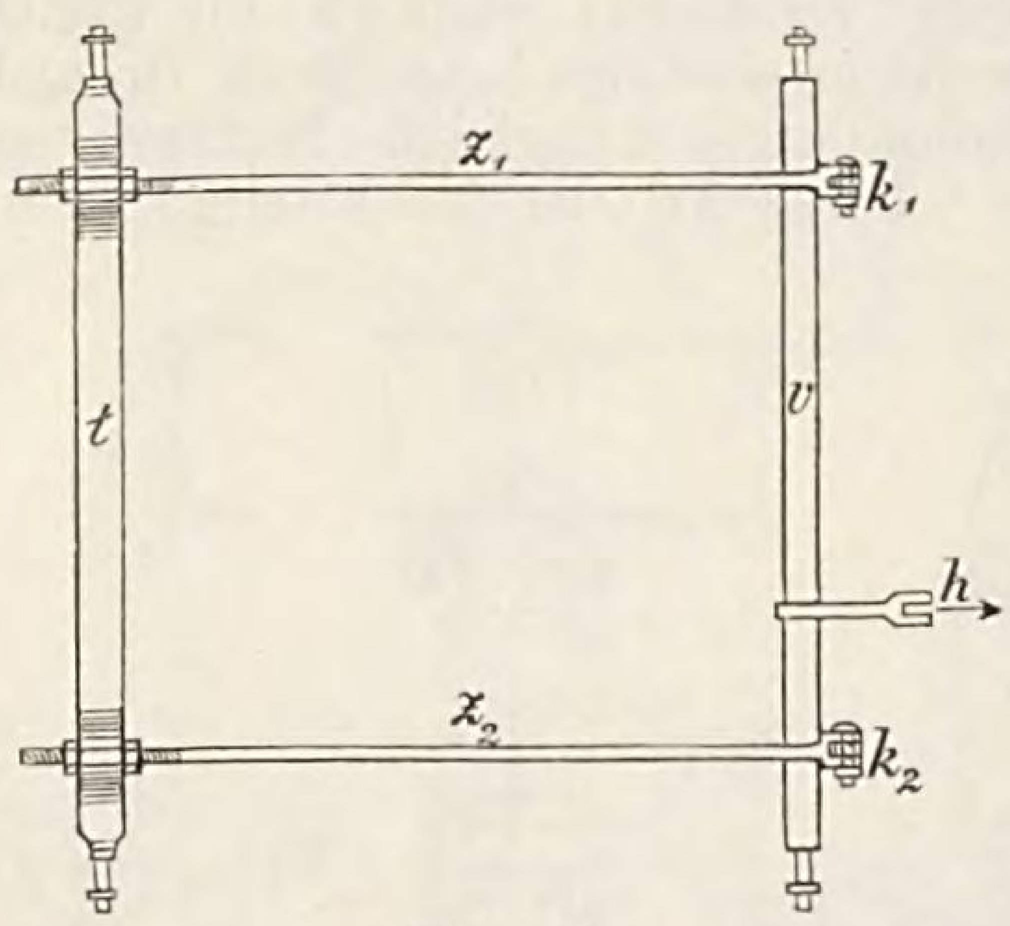


Fig. 337.

hebeln in Verbindung gebracht; die Stangen z sind in die Bügel eingeschraubt. Nach Herausnahme der Bolzen, welche die Verbindung zwischen den kleinen Hebeln und den Bügeln

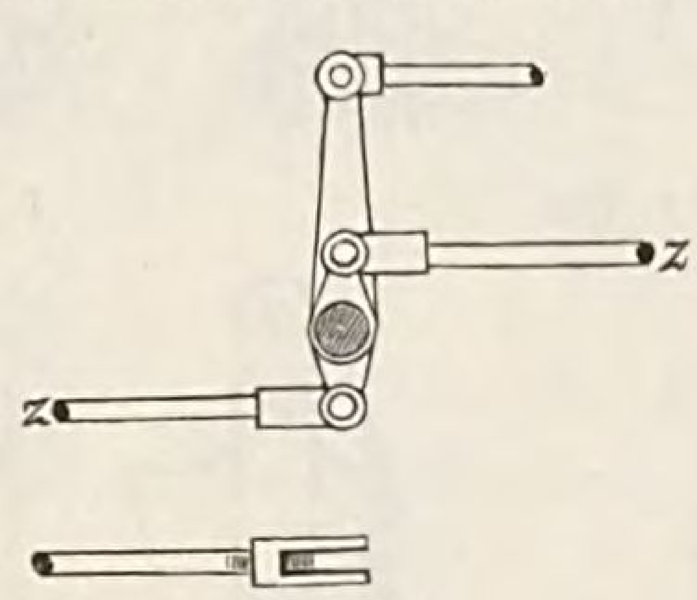


Fig. 338.

herstellen, kann durch Drehung der Bügel die Stangenlänge z reguliert werden.

Fig. 339 zeigt im Grundriß die Verbindung einer dreieckförmigen Bremstraverse mit der Bremswelle. Die Zugstange z wird mit einem Ende, auf welches ein Gewinde geschnitten ist,

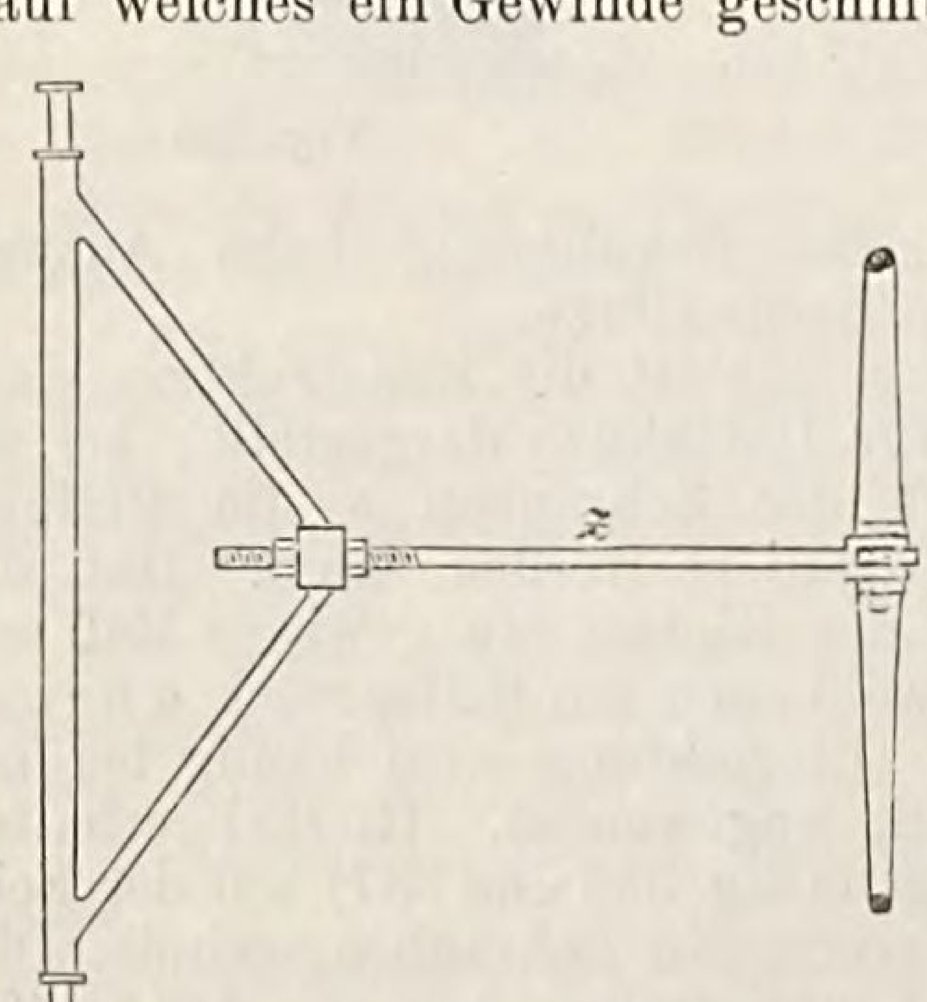


Fig. 339.

durch Gegenmuttern in der Traverse festgehalten. Durch das Lüften, bezw. Anziehen der Muttern wird die Stangenlänge reguliert.

Außer den vorstehend besprochenen sollen noch einige der häufiger verwendeten Klotzgehänge (auch wohl Bremsschuhe genannt) angeführt werden. Fig. 340 zeigt einen Schuh für Holzklötze; der Klotz ist mittels Holzschrauben an dem Hängeisen befestigt.

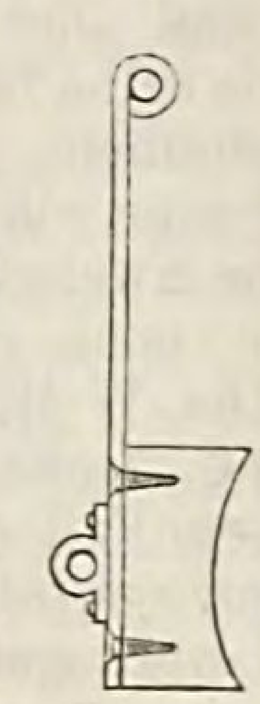


Fig. 340.

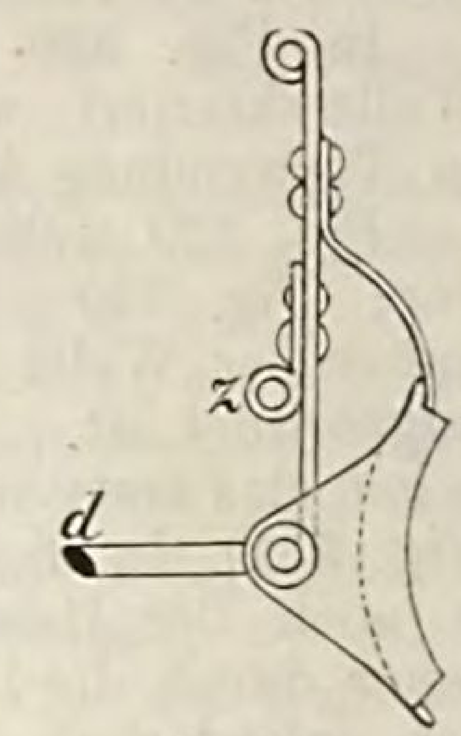


Fig. 341.

In Fig. 341 ist ein Gehänge für eiserne Klötze dargestellt. Nachdem hier die Druckstange d mit dem Klotz und dem Hängeisen nicht durch das bolzenförmige Ende einer Traverse, sondern nur durch einen gewöhnlichen Bolzen verbunden ist, so muß eine separate Traverse z angebracht werden, welche die auf einer Seite der Radachse befindlichen Bremsgehänge der beiden Räder miteinander verbindet, um das seitliche Ausweichen der Klötze zu verhindern.

Fig. 342 stellt einen Bremsschuh vor, wie solcher häufig bei Tenderbremsen angewendet wird. Die Horizontalschnitte des Hängeisens sind ⊔ förmig und ist diese Konstruktion daher geeignet, den auftretenden Biegungsmomenten gut Widerstand zu leisten.

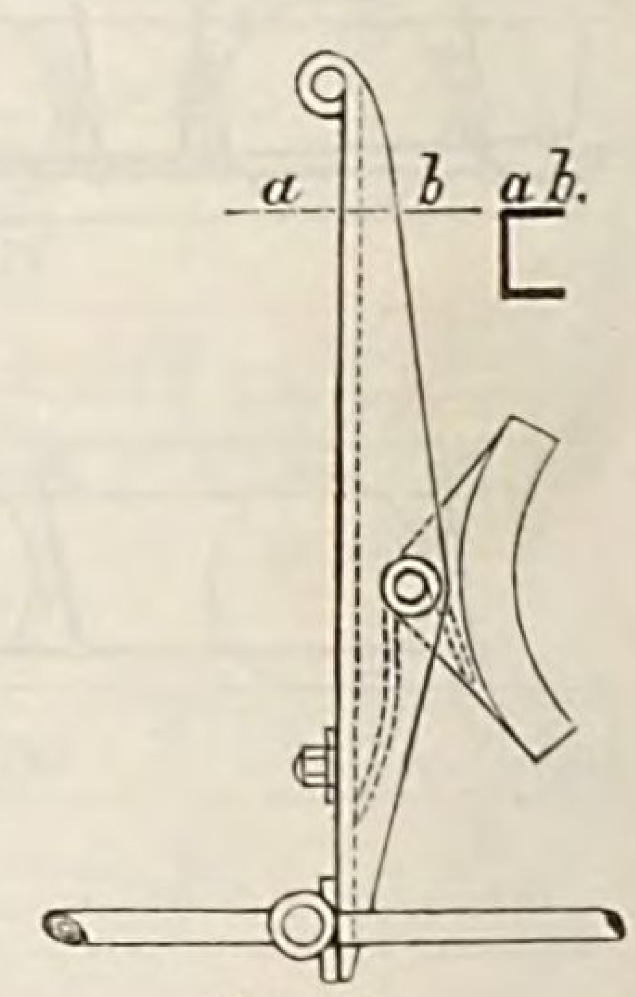


Fig. 342.

Bei Wagen sind die Bremsschuhe in der Regel am Untergestell aufgehangen. Fig. 343 zeigt z. B. die Befestigung des Bremsschuhlagers an einem Querträger.

Diese Art der Aufhängung der Bremsschuhe hat zur Folge: 1. daß sich die Höhenlage der Bremsklötze mit der Beladung des Wagens und überhaupt bei allen Schwingungen der Wagentragfedern ändert; 2. daß das Bremsgehänge bei angezogener B. die Tragfedern zum Teil unwirksam macht und die von den Rädern aufgenommenen Stöße in harter Weise auf das Untergestelle, bezw. auf den Wagenkasten überträgt.

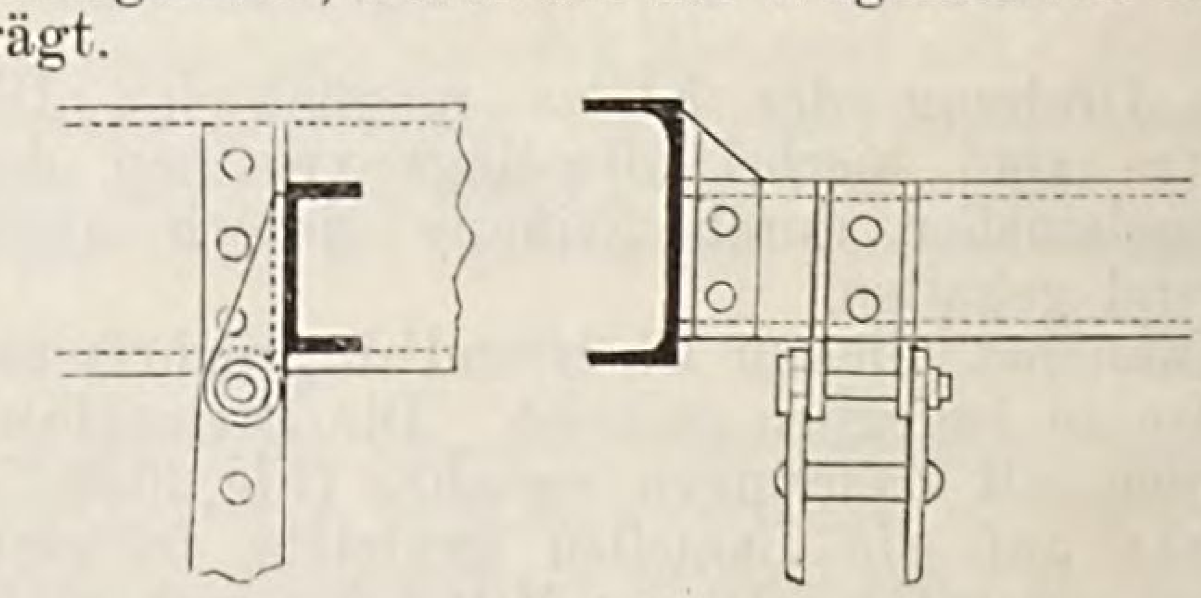


Fig. 343.

Durch die Änderung in der Höhenlage der Klötze kann bei offener B. leicht ein Streifen der Klötze an den Radumfängen eintreten. Der Abstand der Bremsklötze von den Rädern darf daher nicht zu gering bemessen werden, ungeachtet hierdurch die Raschheit des Bremsens eine Beeinträchtigung erfährt.

Die harte Übertragung der Stöße ist na-

mentlich bei Personenwagen eine unerwünschte Folge des Bremsens.

Zur Vermeidung dieses Übelstands wurde vielfach versucht, die Bremsschuhe an Konstruktionsteilen aufzuhängen, welche mit den Achsbüchsen in nicht federnder Verbindung stehen; allgemeine Verwendung haben derlei Konstruktionen jedoch bis jetzt nicht gefunden.

Zur Abschwächung der durch die B. auf den Wagenkasten übertragenen Stöße sollen daher Mittel angewendet werden, welche überhaupt zur möglichsten Milderung unangenehmer Fahrempfindungen der Reisenden bei der Konstruktion der Wagen verwertet werden, wie z. B. die Anordnung von Gummizwischenlagen zwischen Untergestell und Wagenkasten, das Aufsetzen des Kastens nicht direkt auf das Untergestell, sondern auf federnde Konsolen, die an den Langträgern befestigt sind, eine elastische Aufhängung der Bremsklötze (Fig. 344) etc.

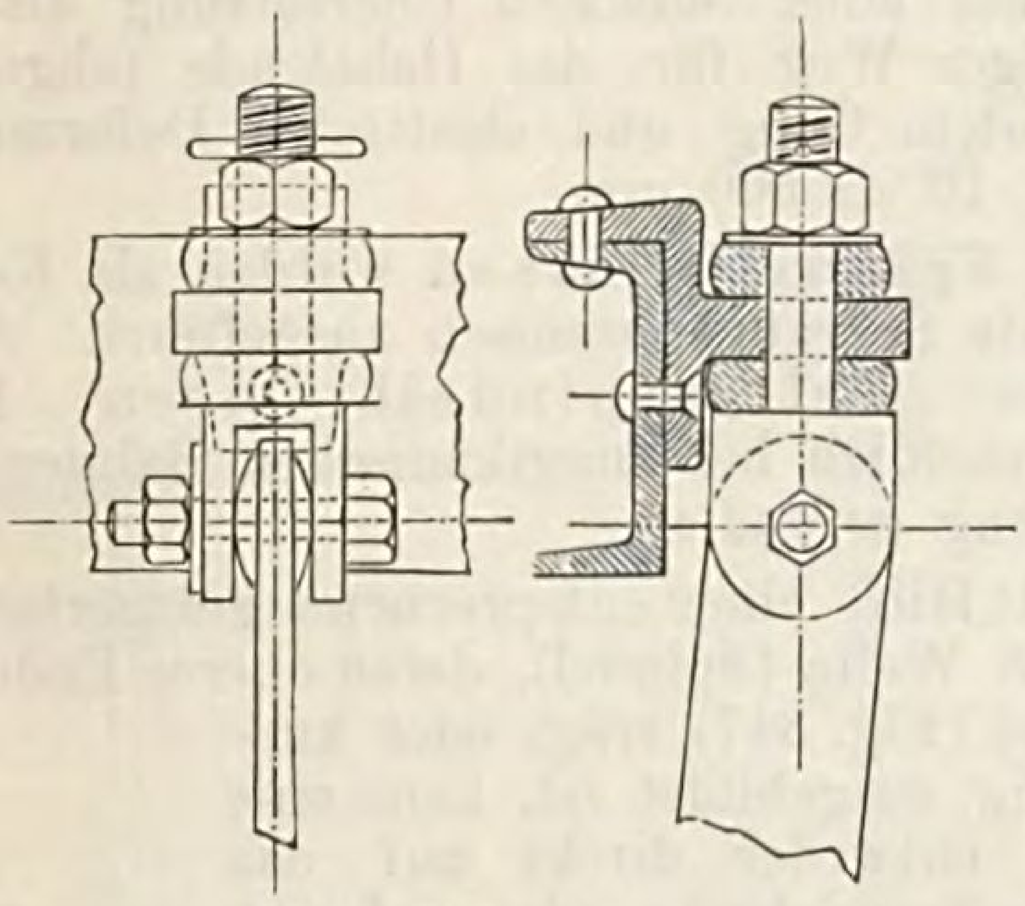


Fig. 344.

Das Material der Bremsklötze ist entweder Holz oder Eisen.

Linden- und Pappelholz ist billig und eignet sich sehr gut als Klotzmaterial und haben daher diese Holzgattungen zumeist hierfür Verwendung gefunden.

Hölzerne Bremsklötze haben den Übelstand, daß sie bei länger andauerndem, kräftigem B. infolge der durch die Reibung entwickelten Wärme leicht dem Verkohlen oder Verbrennen ausgesetzt sind, wodurch bei Gebirgsbahnen bedeutende Erschwernisse des Verkehrs entstehen können. Ein weiterer Nachteil der Holzklötze ist die rasche Abnutzung derselben, wodurch ein häufiges Nachstellen der B., bezw. Auswechseln der Klötze erforderlich wird.

Diesen Anständen läßt sich durch Benutzung eiserner Klötze begegnen. Die Verwendung solcher Bremsklötze hat gegenwärtig ungemein an Verbreitung gewonnen. Schmiedeiserne Klötze haben sich nicht bewährt, hingegen haben sich solche aus sogenanntem Stahlguß (Gußeisen mit einem Zusatz von Stahlspänen) als gut und dauerhaft erwiesen.

Da der Reibungskoefficient für Holz auf Eisen viel größer ist als für Gußeisen auf Eisen oder Stahl, so muß zur Erzielung des gleichen Bremseffekts bei eisernen Klötzen ein größerer Bremsdruck wirken als bei Holzklötzen. Infolgedessen ist das Bremsgestänge bei Verwendung eiserner Klötze im allgemeinen stärker zu halten als für hölzerne Klötze.

Schließlich sollen noch Bremsgestänge für mit B. versehene Lenkachswagen und Wagen mit Drehgestellen erwähnt werden, welche derart konstruiert sein müssen, daß die Einwirkung der B. auf die Achsen das freie Schwingen der Achsen, bezw. die freie Drehbarkeit der Gestelle um die vertikale Drehachse nicht behindert.

Hierauf gründen sich die „Bedingungen für die Übergangsfähigkeit von Lenkachsen auf Vereinsbahnen“ (Grundzüge für die Zulassung von Vereinslenkachsen, giltig vom 1. Dezember 1886) Punkt 6, 7 und 8, welche wie folgt lauten:

6. Bei gebremsten Lenkachsen müssen die Bremsklötze auf jedes Rad einer Achse von beiden Seiten einwirken und die vier Bremsklötze einer Achse unter sich gleichen Druck ausüben.

7. Die B. muß derartig aufgehängt sein, daß weder bei angezogenen noch bei gelösten Bremsklötzen die Einstellung der Achse nach der Bahnkrümmung beeinflußt wird.

8. Die Hauptbremszugstange muß in der Längsmittellinie des Wagens liegen.

Bei Drehgestellwagen ist, insoferne Teile des Bremsgestänges, also vornehmlich der Bremszugwinkel mit dem oberen Gestellrahmen verbunden sind, darauf zu achten, daß die Hauptbremszugstange in der Wagenlängsmitte angeordnet wird, ferner, daß dann die Bremswelle, deren Lager an dem Drehgestellrahmen zu befestigen sind, in der Mitte zwischen den Rädern des Drehgestells liegt und der Angriff der Hauptzugstange auf den großen Bremswellenhebel in der Weise erfolgt, daß sich hieraus kein Moment ergeben kann, welches das Drehgestelle zu verdrehen strebt.

C. Beschreibung der einzelnen Bremssysteme.

Nach den direkt auf das Bremsgestänge einwirkenden Bremskräften und unter Berücksichtigung der hauptsächlich in praktischer Verwendung stehenden Systeme ergeben sich folgende Gattungen von B.:

I. Handbremsen.
II. Gewichtsbremsen.
III. Federbremsen.
IV. Friktionsbremsen.
V. Schaltwerksbremsen.
VI. Bufferbremsen.
VII. Luftdruckbremsen.
VIII. Luftsaugbremsen.
IX. Dampfbremsen.
X. Lokomotivbremsen.

I. Handbremsen, das sind B., bei welchen die Muskelkraft des Bremsers als Bremskraft wirkt.

Die wichtigsten dieser B. sind:

a) Die Hebelbremsen, bei welchen die Muskelkraft unmittelbar auf das Hebelwerk übertragen wird. Gewöhnlich wirkt jedoch nicht allein die Muskelkraft, sondern auch ein Teil des Körpergewichts des Bremsers auf die B. Durch das Niederdrücken eines längeren Handhebels kann entweder ein Räderpaar (Fig. 345) oder es können beide Räderpaare (Fig. 346) gebremst werden.

Ähnliche Konstruktionen, wie solche in Fig. 345 und 346 dargestellt sind, fanden in den Anfängen des Eisenbahnbetriebs vielfach Verwendung; gegenwärtig werden solche B. in der Regel nur bei Fahrzeugen für untergeordnete Zwecke, wie Bahnwagen u. dgl., verwendet.

Bezeichnet man die Größe der an dem langen

Hebel wirkenden Bremskraft mit P, die Länge dieses Hebels mit p, ferner den Gesamtdruck der Klötze auf die Räder mit B und die Länge der kleinen Bremshebel (d. i. in Fig. 345 die Entfernung der geometrischen Bremswellenachse bis zur Klotzmitte und in Fig. 346 der Abstand der Augmitten der kleinen Hebel bis zur Wellenachse) mit b, so ist

$$B = \frac{p}{b} . P.$$

Hierin ist $\frac{p}{b} = n$ das Übersetzungsverhältnis der B.

In der Nähe des freien Endes des großen Hebels ist gewöhnlich eine einfache Sperrvorrichtung angebracht, welche den Hebel in der niedergedrückten Lage festhält. Der Bremsdruck wird hierdurch infolge der elastischen Anspannung des Bremsgestänges insolange hinreichend erhalten, als die fortschreitende Abnutzung der Klötze ein gewisses Maß nicht überschreitet.

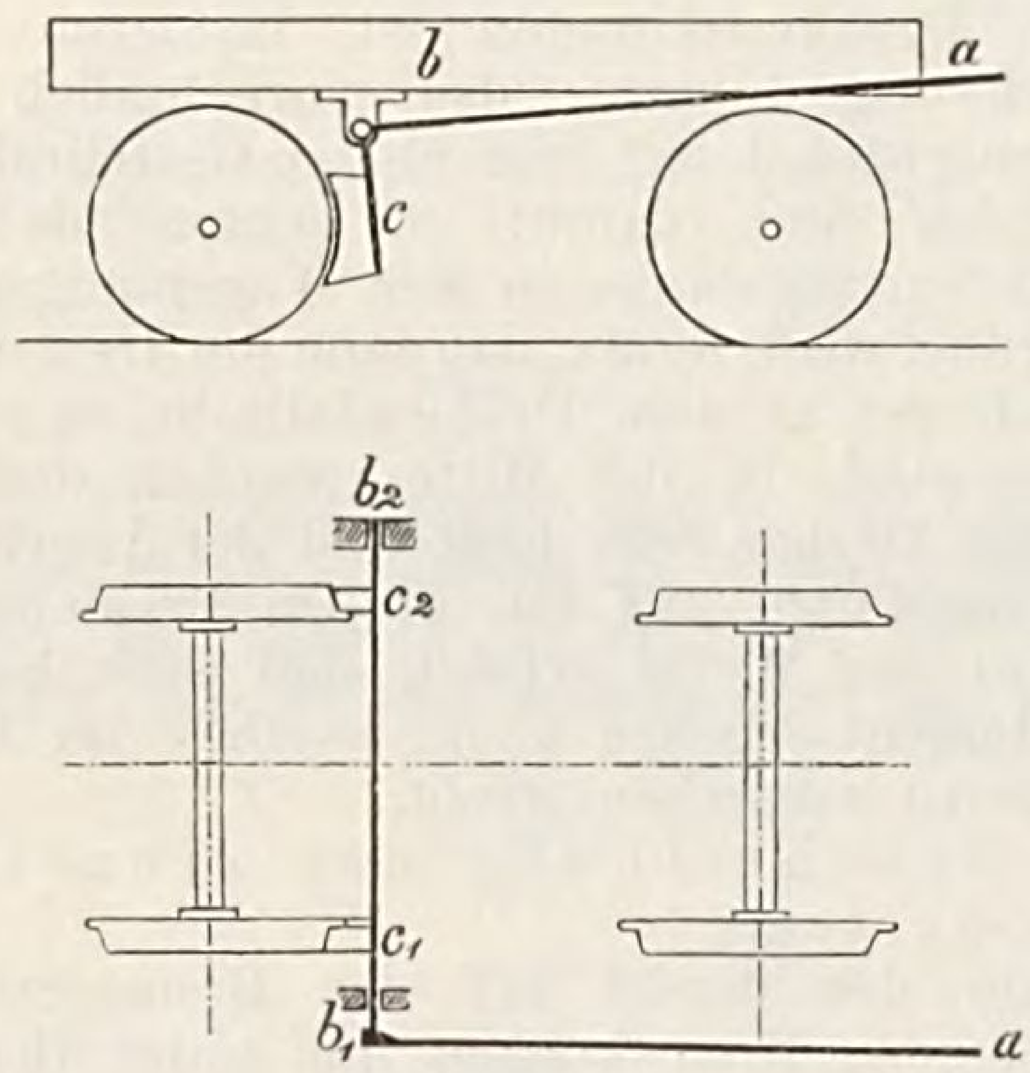


Fig. 345.

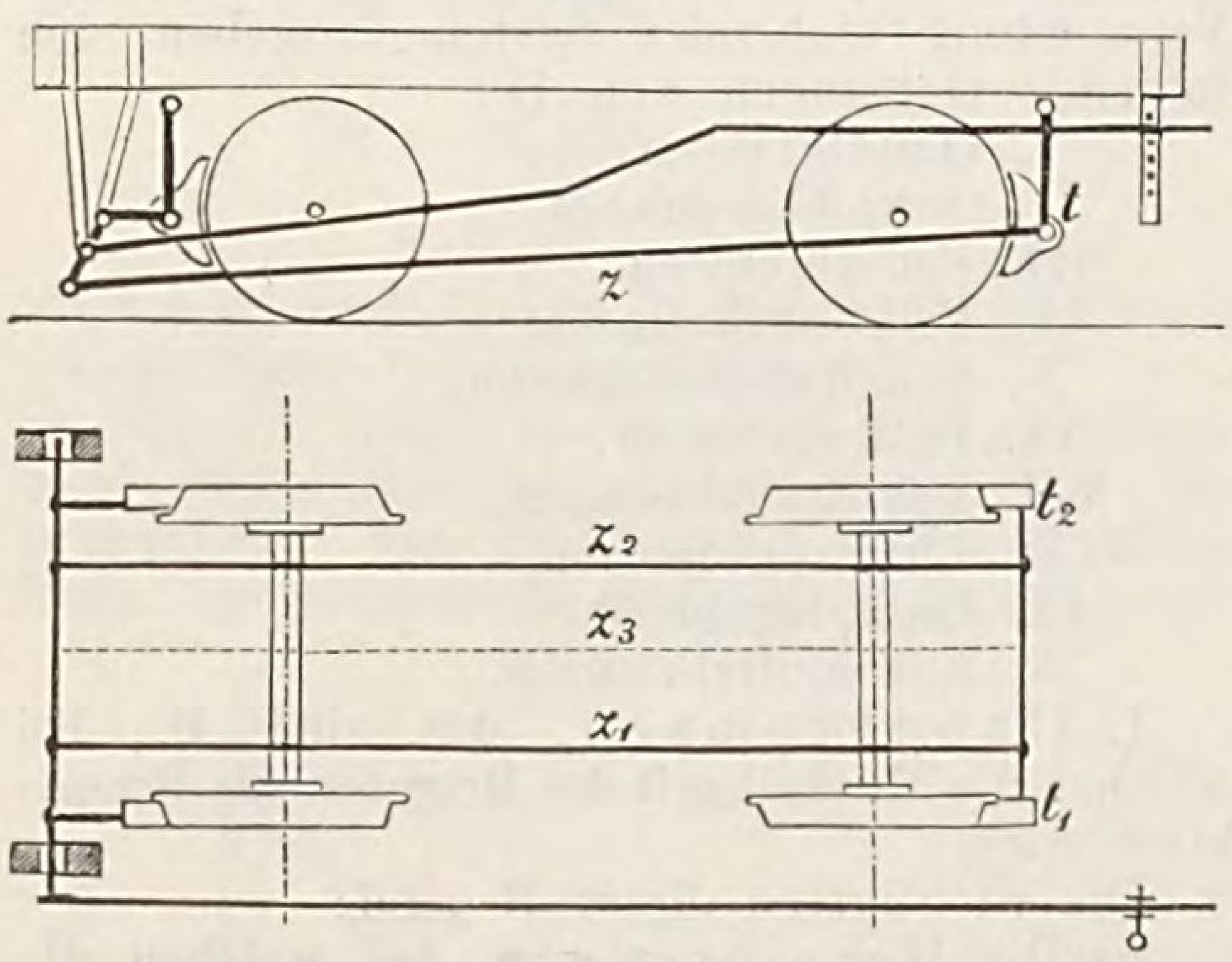


Fig. 346.

Bei größerer Abnutzung der Bremsklötze würde ein weiteres Herabdrücken des großen Hebels erforderlich, jedoch nur insoweit ausführbar sein, als der beschränkte Weg des Hebels es gestattet; bei weiter zunehmender Abnutzung der Klötze würde somit das Bremsen schließlich unmöglich werden. Die B. muß aus diesem Grund durch ein Nachstellen der Bremsklötze in brauchbarem Zustand erhalten werden. Die Sperrstange besitzt entweder Zahneinschnitte, in welche der Hebel einklinkt, oder sie ist mit Löchern versehen, in welche ein Vorsteckstift eingeschoben werden kann. Derlei B. werden auch als Einlegbremsen bezeichnet.

Die Hebelbremsen haben den Vorzug großer Einfachheit und rasch zu erzielender Wirkung, jedoch den Nachteil, daß sich mit denselben verhältnismäßig nur geringe Bremsdrücke erreichen lassen, weil nur geringe Übersetzungsverhältnisse angewendet werden können.

Der Anwendung eines größeren Übersetzungsverhältnisses stellen sich Schwierigkeiten entgegen, da das freie Ende des Bremshebels eine gewisse Weglänge nicht überschreiten kann. Die Größe des Wegs, welchen das Ende des großen Hebels beim Bremsen zurücklegt, ist abhängig von dem Übersetzungsverhältnis, von dem Abstand der Bremsklötze, von den Radumfängen, außerdem in geringerem Maß von dem toten Gang und den elastischen Deformationen des Bremsgestänges. Der Abstand der Klötze von den Radumfängen ist nicht unter 5 mm anzunehmen und wird in der Regel ein größeres Maß haben. Schon für einen Abstand von 10 mm ergiebt sich bei einer 50fachen Übersetzung als notwendiger Weg für das Hebelende (abgesehen von totem Gang und elastischer Deformation) $50 \times 10 = 500$ mm.

b) Spindelbremsen wurden als Ketten- und als Schraubenbremsen ausgeführt.

Die Kettenspindelbremsen haben hauptsächlich bei amerikanischen Bahnen Verwendung gefunden.

Mit Hilfe einer entsprechend gelagerten vertikalen Welle (Spindel), deren oberes Ende eine Kurbel (Fig. 347) trägt oder kurbelartig ausgebildet ist, kann eine Kette entweder direkt auf das untere Spindelende oder auf eine dort aufgesteckte Trommel aufgewunden werden und wird durch Anspannung der Kette das mit derselben verbundene Bremsgestänge angezogen.

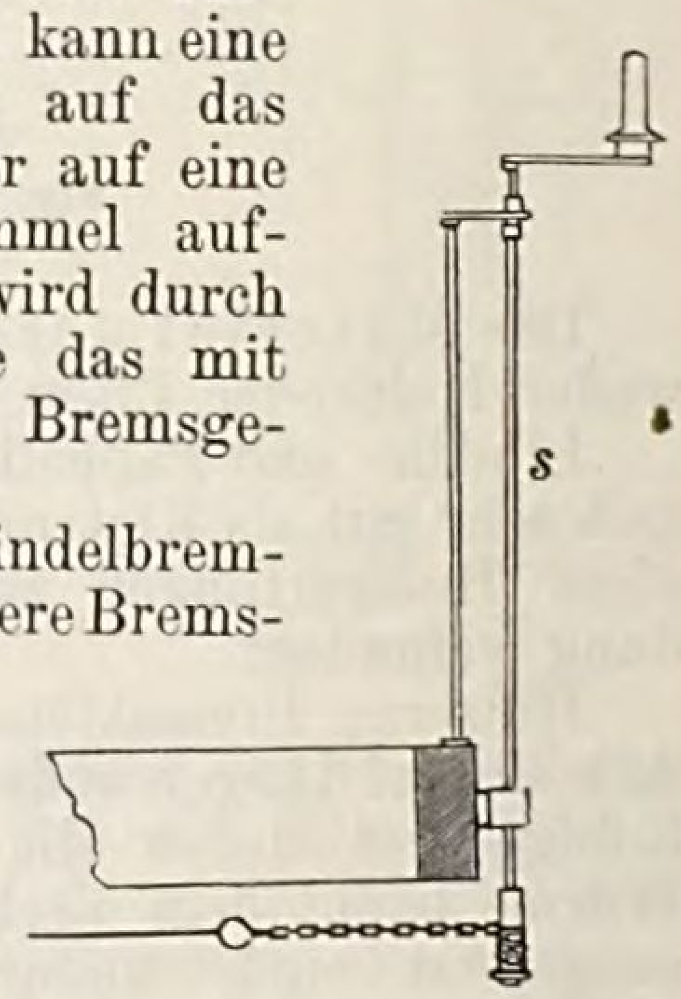


Fig. 347.

Mit diesen Kettenspindelbremsen lassen sich bedeutendere Bremswirkungen nicht erzielen. Dieselben haben ferner den Nachteil, daß die Kette einer großen Abnutzung unterworfen und daher häufigem Reißen ausgesetzt ist.

Wird der Durchmesser des Kurbelkreises mit d, jener der Spindel oder der Kettentrommel (oder richtiger der mittlere Durchmesser der auf die Spindel oder Trommel aufgewickelten Kette) mit δ, ferner die an der Kurbel angreifende Kraft mit P und die Spannung der Kette mit Z bezeichnet, so ist

$$Z = \frac{d}{\delta} . P.$$

Die Schraubenspindelbremsen, kurzweg Spindelbremsen genannt, gestatten das Wagengewicht für das Bremsen gut auszunutzen, da ihre Konstruktion für jeden erforderlichen Bremsdruck hergestellt werden kann.

Die Einrichtung der Spindelbremse ist folgende:

Auf dem oberen Teil der Spindel S (Fig. 348 und 349) befindet sich die Kurbel K, während auf den unteren Teil der Spindel ein flaches Schraubengewinde geschnitten ist. Die Schrau-

benmutter M ist mit dem Hauptzugwinkel W entweder durch die Zugeisen z verbunden (Fig. 348) oder unmittelbar in dem einen Armende des Hauptzugwinkels gelagert (Fig. 349). Das andere Ende dieses Winkelhebels ist durch die Hauptzugstange H mit dem großen Hebel der Bremswelle verbunden, von welcher aus die Kraftübertragung auf die Bremsklötze, ähnlich wie vorher beschrieben, erfolgt. Zur Unterstützung der Bremsspindel ist das Lager L angeordnet. Bei der Drehung der Spindel bewegt sich die Mutter geradlinig nach auf- oder abwärts, da sie durch ein Führungslineal F und die Zugeisen Z (Fig. 348) oder durch die Lagerung in dem Hebel W (Fig. 349) gehindert ist, die Drehung der Spindel mitzumachen.

Die Bedienung der Spindelbremse erfolgt durch einen Arbeiter (Bremser), für dessen Aufenthalt entweder ein Standboden (Bremsplateau s. d.) oder ein offener Bremsersitz (s. d.) oder

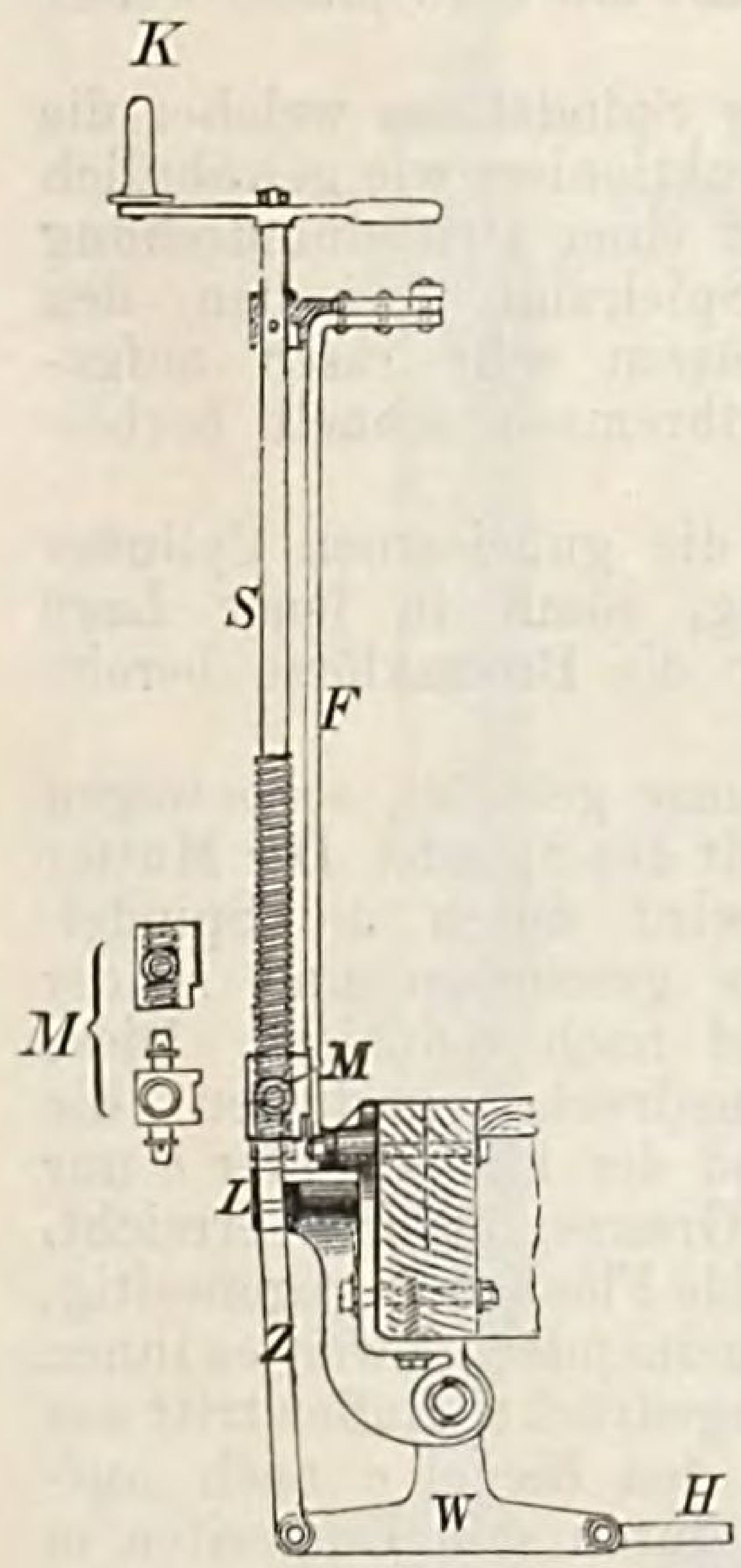


Fig. 348.

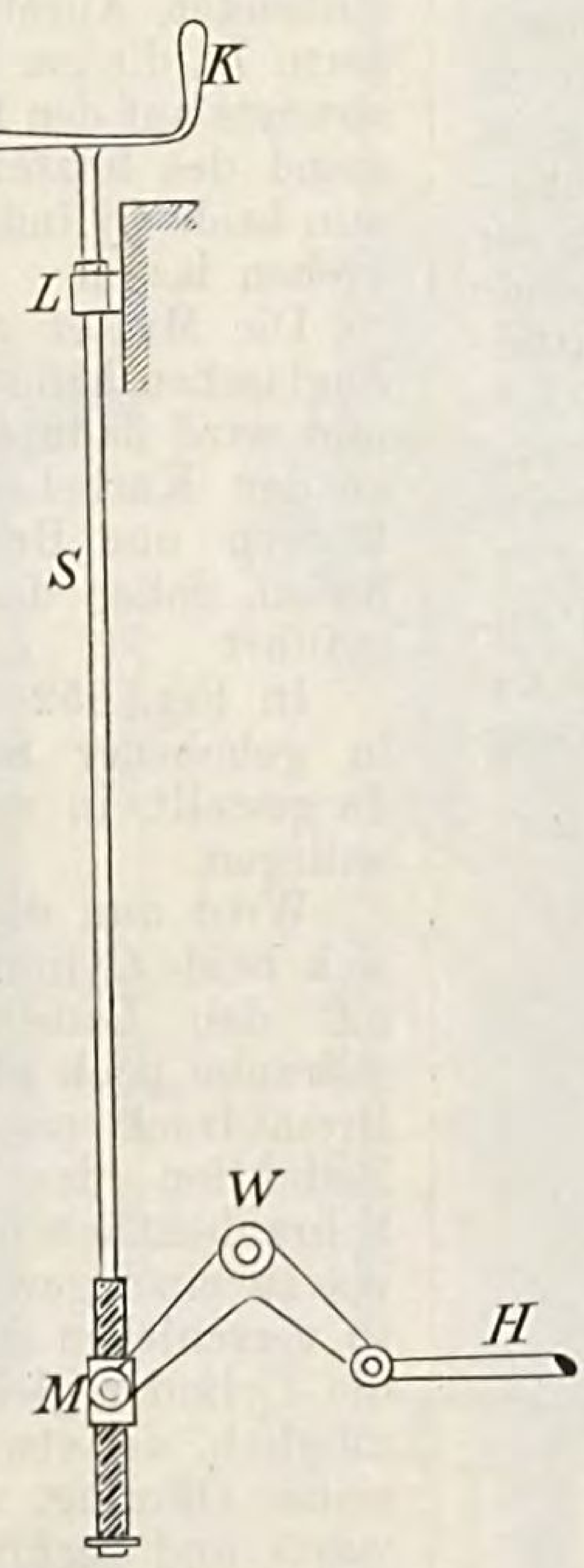


Fig. 349.

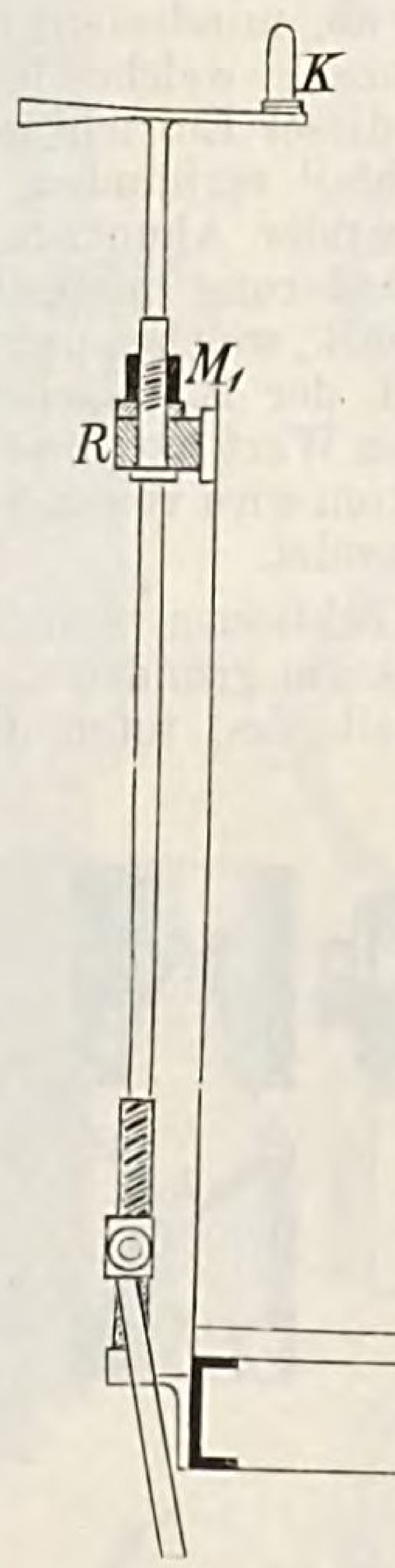


Fig. 350.

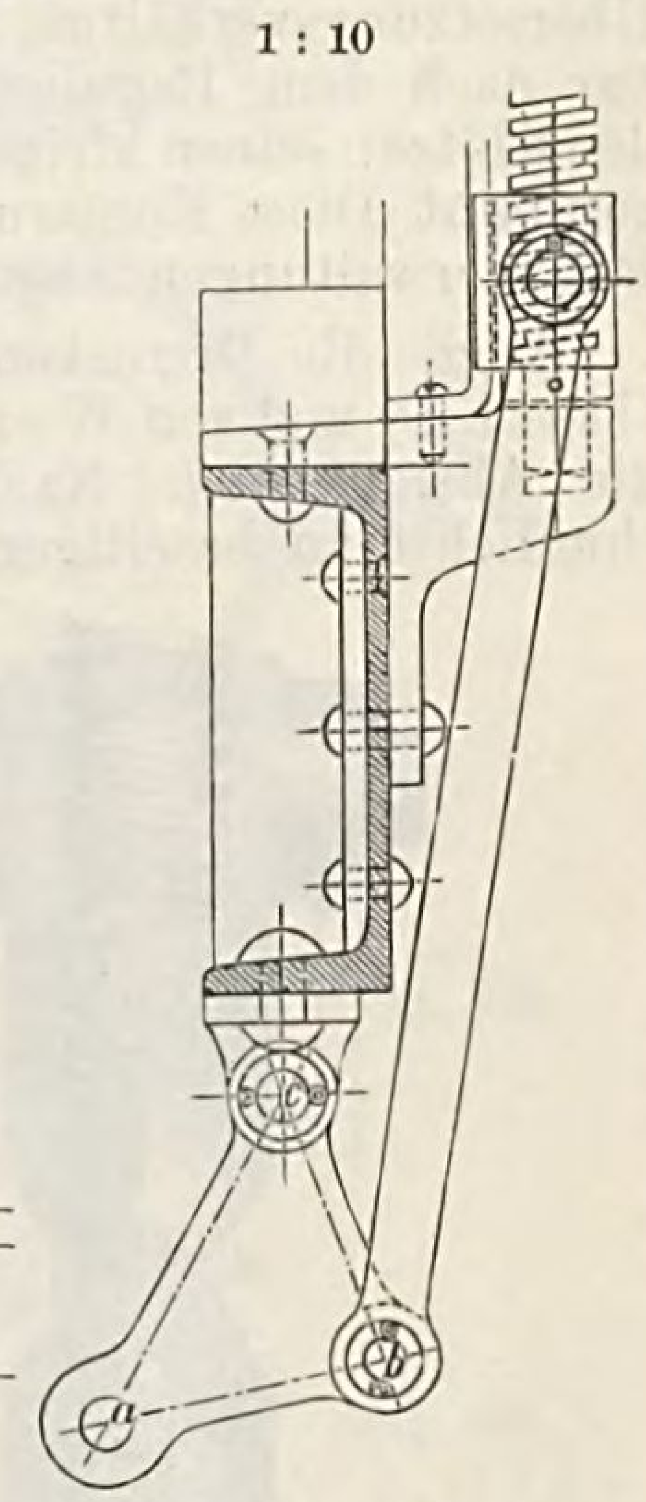


Fig. 351.

eine eigene Bremserhütte auf dem Wagen angeordnet wird.

Wird der Durchmesser des Kurbelkreises mit d, der mittlere Durchmesser des Schraubengewindes mit δ, die Höhe eines Schraubengangs mit h, der Koefficient der Reibung bezüglich der aufeinandergleitenden Schraubenflächen mit f, ferner die an der Kurbel wirkende Kraft mit P und die Spannung der Zugeisen, bezw. der Hauptzugstange (letzteres nur wenn der Winkel W rechtwinklig und gleicharmig ist) mit S bezeichnet, so ist

$$S = \frac{d}{\delta} \cdot \frac{\frac{3{,}14 \,.\, \delta}{h} - f}{1 + f \,.\, \frac{3{,}14 \,.\, \delta}{h}}.$$

Um beim Aufbremsen ein überflüssig weites Lösen der Bremsklötze zu vermeiden, hat hie und da die nachstehend beschriebene Einrichtung (Fig. 350) Verwendung gefunden. Auf die Bremsspindel ist auch im oberen Teil ein Gewinde geschnitten, auf welchem sich eine zweite Mutter M_1 bewegt, die ebenfalls geradlinig geführt ist.

Beim Anziehen der B. bewegt sich die Mutter M_1 anfänglich nach aufwärts, wird aber nach einer Anzahl Drehungen nicht weiter gehoben, weil das Gewinde der Spindel aufhört, so daß bei dem weiteren Drehen der Spindel die B. allerdings mehr und mehr angezogen wird, die Mutter M_1 jedoch in Ruhe bleibt. Bei der Rückdrehung der Spindel, also beim Lösen der B., kommt das Gewinde wieder mit der Mutter M_1 zum Eingriff. Die Mutter M_1 bewegt sich nach abwärts, bis sie gegen den Führungsring R stößt. Ein weiteres Abwärtsbewegen der Mutter M_1 und damit ein weiteres Aufbremsen ist hierdurch verhindert. Gegen diese Vorrichtungen werden aus dem Grund Einwendungen erhoben, da nur bei sorgfältiger Reinhaltung des oberen Schraubengewindes Funktionsstörungen zu vermeiden sind.

Wie schon erwähnt, bietet die Schraubenspindelbremse den Vorteil, für jeden erforderlichen Bremsdruck ausgeführt werden zu können, da man in der Wahl des Übersetzungsverhältnisses fast nicht beschränkt ist. Diese B. werden häufig mit einer Übersetzung von 1 : 300 bis 1 : 600 ausgeführt. Es kommen übrigens auch solche mit geringeren und größeren Übersetzungen zur Ausführung. Die höheren Übersetzungen haben den Nachteil, daß unter sonst gleichen Umständen mehr Kurbelumdrehungen erforderlich sind, als bei geringeren Übersetzungen, daher bei derartigen B. der Beginn der Bremswirkung verzögert wird.

Wäre z. B. der Abstand der Klötze von den Rädern 20 mm, so müßte bei einer Übersetzung von 1 : 650 die Hand an der Bremskurbel einen Weg von 650 × 20 mm = 13 000 mm zurücklegen,

damit die Klötze mit den Radumfängen in Berührung kommen. Beschreibt die Kurbel bei ihrer Drehung einen Kreis von 400 mm Durchmesser, so ist der Weg der Hand bei einer Umdrehung 400 × 3,14 = 1256 mm. Es wären sonach mehr als zehn Umdrehungen erforderlich, nur um die Klötze zum Anliegen zu bringen, bezw. eine Bremswirkung hervorzubringen. Es ist daher erklärlich, daß man bestrebt war, den Nachteil des „toten Gangs" möglichst zu beseitigen.

Auf einfachste Weise wird dies erreicht durch entsprechende Konstruktion des Bremszugwinkels. Dadurch, daß die mathematischen Hebelarme *ac* und *bc* dieses Winkels (Fig. 351) nicht wie gewöhnlich einen Winkel von 90°, sondern einen spitzen Winkel einschließen, ist beim Anziehen der B. der Weg, welchen der Punkt *a* bei einer Kurbeldrehung zurücklegt, anfänglich verhältnismäßig groß und nimmt in der Folge mehr und mehr ab, mindestens innerhalb der Bewegungsgrenzen, welche hier in Betracht kommen. Mit dieser Einrichtung ist allerdings ein kleiner Nachteil verbunden, nämlich der, daß bei zunehmender Abnutzung der Klötze das für die Kraftäußerung maßgebende Übersetzungsverhältnis der B., welches unmittelbar nach dem Regulieren der B. (Nachstellen der Klötze) seinen kleinsten Wert hat, beständig zunimmt. Diese Konstruktion wird von mehreren Bahnverwaltungen angewendet.

Auch die Bremskonstruktionen von Paulitschky und von Weickum gründen sich auf die Absicht, den Nachteil des toten Gangs thunlichst zu beseitigen.

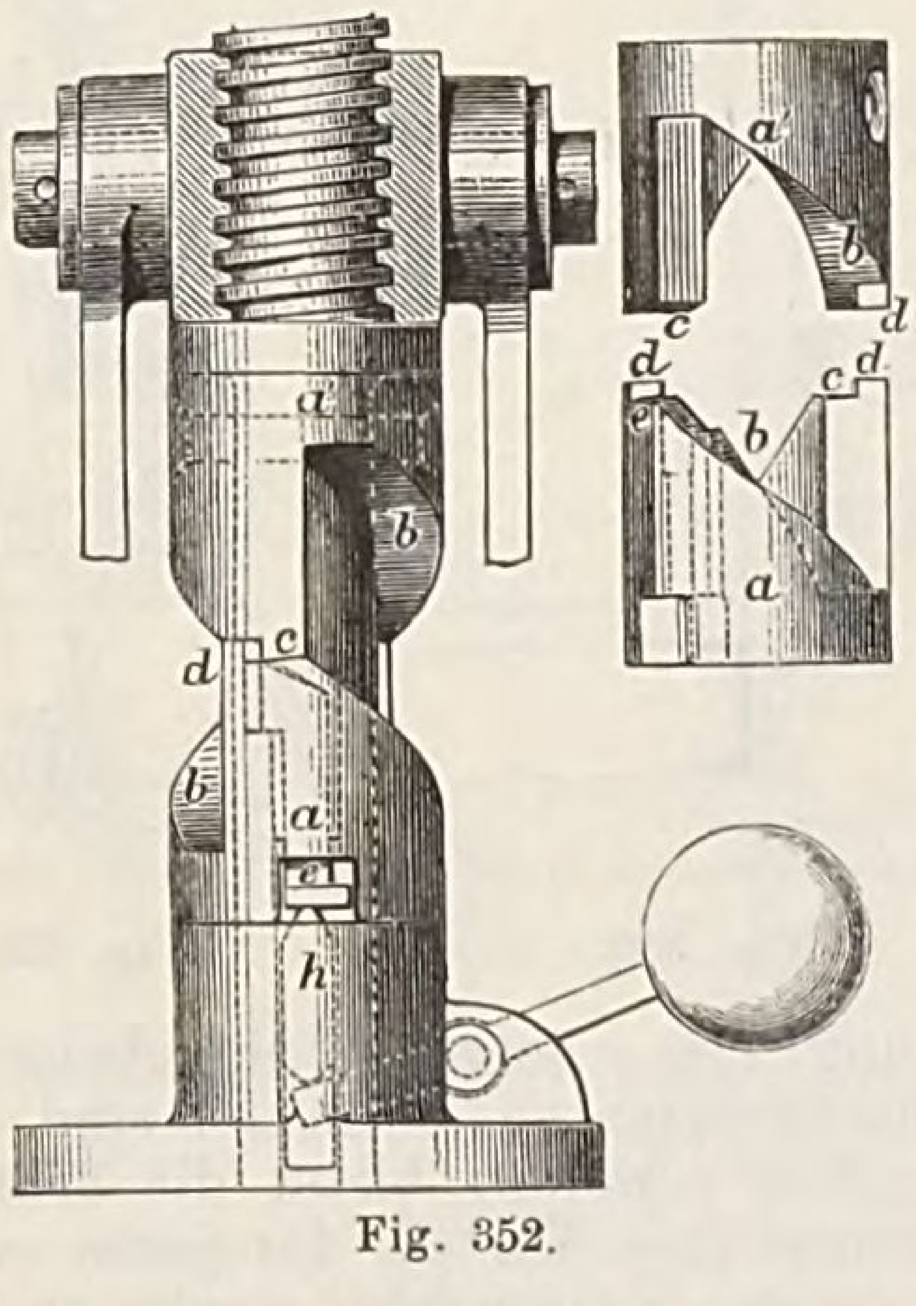


Fig. 352.

Fig. 352 zeigt den Schnellbremsapparat von Paulitschky, welcher dazu dient, beim Bremsen den Spielraum zwischen Rad und Bremsklotz mit einer Dritteldrehung an der Bremskurbel zu beseitigen und den bei der Montage der Klötze angenommenen Spielraum konstant zu erhalten, d. h. die Klötze im Verhältnis zu ihrer Abnutzung nachzustellen. Der eigentliche Bremsdruck wird mittels der Bremsspindelschraube erzeugt.

Diese ist eine gewöhnliche Schraubenspindel mit einem verlängerten Zapfen. An diesem letzteren befinden sich zwei kleine gußeiserne Cylinder *a* und *a'* mit kurzen, steilen Schraubengängen *b*, die durch entgegengesetzte, weniger steile Schraubenflächen *c* und Ansätze *d* (Warzen) begrenzt werden.

Einer von diesen Cylindern ist mit der Spindel fest verbunden, während der zweite lose auf letzterer so aufgesteckt ist, daß sich die Schraubenflächen *b* beider Cylinder berühren.

Im Innenkreise, in der Längsrichtung des einen Cylinders, in einer Nut, bewegt sich ein kurzer Riegel *e*, welcher durch einen Gewichtshebel, eventuell auch durch eine Feder mittels des Bufferstöckels *h* nach aufwärts gedrückt wird.

Dreht der Bremser die Spindel mit der Kurbel von rechts nach links, so gleiten die Schraubenflächen *b* des an der Spindel befestigten Cylinders *a* und des durch den Buffer *h* festgehaltenen Cylinders übereinander, und zwar solange, bis die beiden Gegenschraubenflächen *c* sich berühren und die aneinander stoßenden Ansätze *d* ein Weitergleiten verhindern. In diesem Moment wird der Riegel *e* nach abwärts auf den Buffer gedrückt und der Widerstand des letzteren soweit reduziert, daß sich nun beide Cylinder leicht mit der Spindel weiter drehen lassen.

Die Mutter an der Spindel, an welcher die Zuglaschen hängen, funktioniert wie gewöhnlich und wird dadurch mit einer Drittelumdrehung an der Kurbel der Spielraum zwischen den Rädern und Bremsklötzen sehr rasch aufgehoben, daher das Festbremsen schnell herbeigeführt.

In Fig. 352 sind die gußeisernen Cylinder in gehobener Stellung, somit in jener Lage dargestellt, in welcher die Bremsklötze bereits anliegen.

Wird nun die Bremse gelüftet, so bewegen sich beide Cylinder mit der Spindel. Die Mutter mit den Lamellen wird durch die Spindelschraube nach abwärts geschoben und so der Bremsdruck nach und nach reduziert. Diese Reduktion des Bremsdrucks gestatten die Schraubenflächen *c* und der kleine Buffer *h* nur bis zu einer gewissen Grenze; ist diese erreicht, so verschieben sich beide Flächen *c* gegenseitig, die Cylinder gleiten ineinander, soweit es ihnen möglich, der etwas eingedrückte Buffer tritt aus seiner Öffnung, stoßt den Riegel *e* nach aufwärts und verhindert durch sein Eingreifen in die Nut ein Weiteröffnen der Bremse.

Der Moment des oben erwähnten Abgleitens der Cylinder tritt bei einer und derselben Konstruktion nahezu ganz regelmäßig ein, wodurch auch das Öffnen der Bremse gleichmäßig begrenzt und so der fast immer gleich groß bleibende Spielraum zwischen Räder und Bremsklötzen bedingt wird.

Der Zuwachs des Spielraums durch die Abnutzung der Bremsklötze wird durch das Höherstehenbleiben der Mutter an der Spindel korrigiert.

Bei der Schnellbremse von Weickum wird der vorangegebene Zweck mit Hilfe einer zerlegbaren Schraube ohne Mutter erreicht. Auf die Spindel (Fig. 353, 354, 355) ist nämlich kein Gewinde geschnitten, sondern an Stelle des Gewindes sind eine Anzahl einzelner Ringe mit schraubenförmigen Flächen auf die Spindel gesteckt. Die ganze Ringsäule wird durch den aufgeschweißten Bund *b* unterstützt, über dem sich unmittelbar der unten ebene,

oben von Schraubenflächen begrenzte Ring A (Fig. 355) befindet, welcher auf der Spindel mittels eines Stifts befestigt ist. Nun folgt eine Reihe gewöhnlicher Schraubenringe E (Fig. 356 und 357) und hierauf der oben ebene Ring B mit der nach oben erweiterten Bohrung für den Bodenring p der Hülse H; der Ring p ist mit dem Ring B verbohrt. Durch den Kautschukring K kann der Ring p mit der Hülse H, ferner die Mutter M und die Druckschraube x so fest verklemmt werden, daß nur eine gemeinsame Bewegung möglich ist. Zwischen H und B ist bei f (Fig. 355) soviel Spielraum vorhanden, daß durch die Belastung von H mittels Zusammendrückung von K die Reibung zwischen H und p aufgehoben werden kann; H, K, M und p bilden somit eine Art von Reibungskuppelung zwischen H und B, solange H keinen Druck von oben erhält. H besitzt außen einen Anschlagstift a (Fig. 355 und 358), welcher am Wagengestell geführt, die Drehung von H mit der Spindel verhindert. Über H folgt der unten glatte Ring C, welcher mittels Keil g (Fig. 360) und Keilnut n in der Spindel (Fig. 355) dadurch gegen S unverdrehbar gemacht wird, daß der unten am Keil g (Fig. 360) sitzende Lappen h sich in einen entsprechenden Ausschnitt der Unterfläche von C legt. Über C folgt eine Reihe gewöhnlicher Ringe E, und der Abschluß erfolgt oben durch den Kreuzkopf D, welcher zwei zum Bremsgestänge führende Hängeisen trägt und außer dem Zapfen i (Fig. 354) noch den Anschlag m (Fig. 353) besitzt; mittels des letzteren wird der Kreuzkopf gegen das Wagengestell fixiert, also unverdrehbar durch S gemacht. Die einzelnen Ringe können sich nur um einen Winkel von 180° gegeneinander verdrehen. Die Drehung der Kurbel nach rechts bewirkt das Anlegen der B. Bei der Drehung erfolgt zunächst das Anheben der untersten Ringe E der Gruppen I und III (Fig. 354), und da sich H nicht mitdrehen kann und B durch die Reibungskuppelung K, ferner p mit H verbunden ist, so gleitet B auf dem obersten Ring E_4 der Gruppe I in die Höhe; dasselbe tritt unter D ein, und die Hebung erfolgt somit an vier Stellen gleichzeitig, wobei der Befestigungskeil von C in der Keilnut n der Spindel hinaufgleitet. Auf diese Weise wird das rasche Anlegen der Klötze an die Radreifen bewirkt und da hiernach durch das Gestänge eine wachsende Belastung auf D und somit auf H übertragen wird, so löst sich die Reibungskuppelung p unter Verengung des Spielraums f aus; eine weitere Hebung erfolgt nun durch A und C, bis alle Ringe E der Gruppe I angedreht sind, und schließlich nur noch durch C und die Ringe der Gruppe III. Das Festbremsen geschieht also mit abnehmender Geschwindigkeit, aber zunehmender Kraft. Beim Lösen der B. ergiebt sich der umgekehrte Vorgang. Diese B. ist bei mehreren Bahnen versuchsweise eingeführt.

Eine andere Aufgabe, welche auf mannigfaltige Weise zu lösen versucht wurde, bestand darin, durch Verbindung der Handbremsen von zwei oder mehreren Wagen die gemeinschaftliche Bedienung der B. dieser Wagen durch einen Bremser möglich zu machen, um dadurch Bremspersonal zu ersparen.

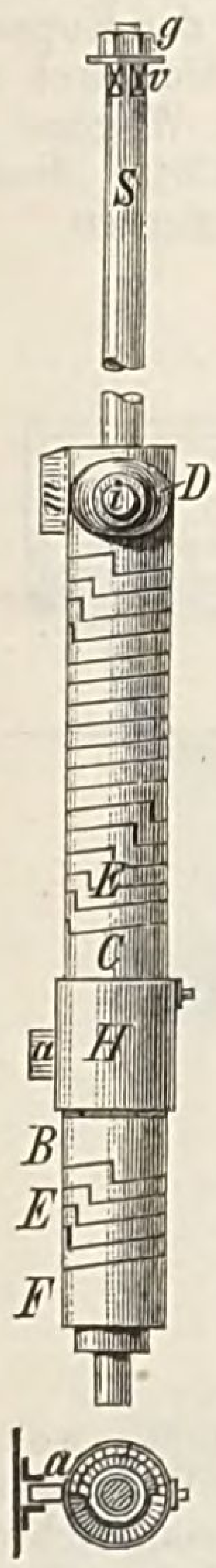


Fig. 353.

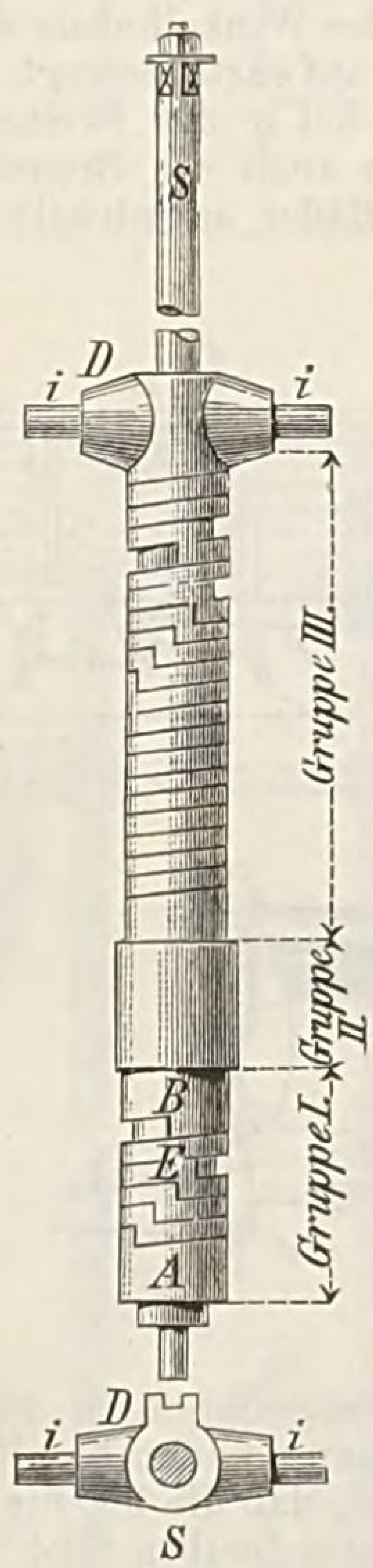


Fig. 354

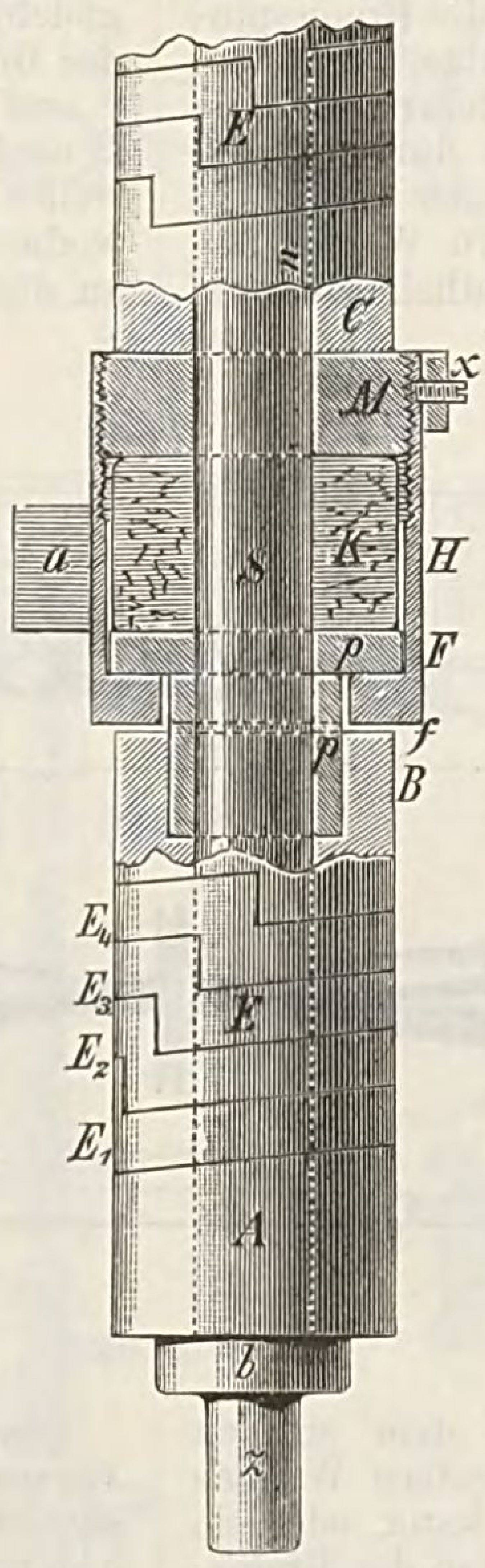


Fig. 355.

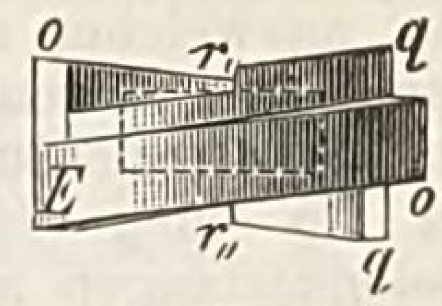


Fig. 356.

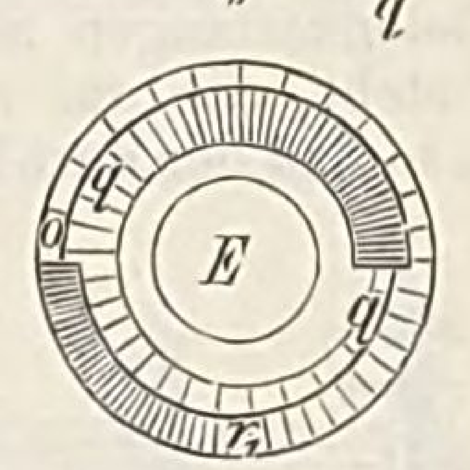


Fig. 357.

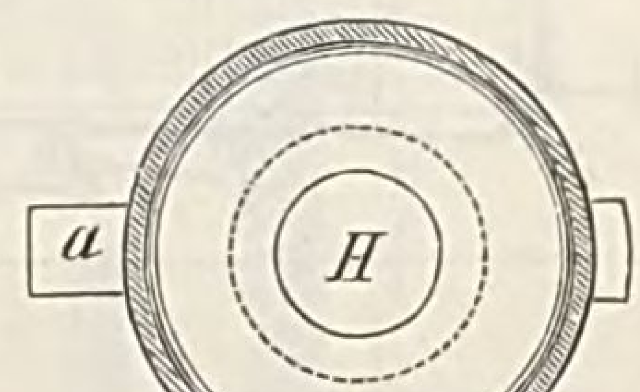


Fig. 358.

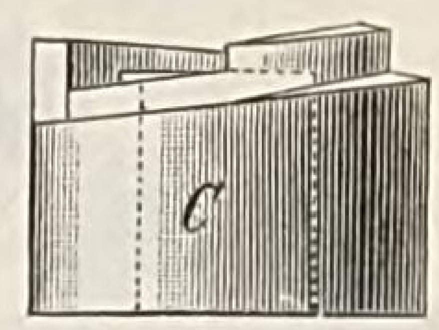


Fig. 359.



Fig. 360.

Anderls Vorrichtung zur Verbindung gewöhnlicher Handbremsen besteht aus einer eigentümlichen Hebelvorrichtung, welche die Verbindung der Spindelbremsen von zufällig zusammen kommenden Wagen (die selbstverständlich hierfür entsprechend eingerichtet sein müssen) gestattet. Diese Konstruktion wurde probeweise auf den königl. bayrischen Staatsbahnen eingeführt und sollen damit günstige Resultate erzielt worden sein. (Eine ausführliche Beschreibung und Zeichnung dieser Bremseinrichtung findet sich in dem Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrg. 1886.)

Die Bremskuppelungen von Suchanek und Neblinger haben der Hauptsache nach folgende Einrichtung. Die beiden Wagen, welche gekuppelt werden sollen, kehren einander die Stirnseiten zu, an welchen sich die Bremsspindeln (Bremsplateaux, Bremsersitze) befinden. Entweder ist die Einrichtung derart, daß die Bremsspindel des einen Wagens durch Kegelräder und Gelenksstangen mit einer Kurbel in Verbindung steht, die am andern Wagen angebracht ist, so daß der dort befindliche Bremser

lung ist mit Rücksicht auf das notwendige Bufferspiel und das Befahren von Bahnkrümmungen konstruiert.

In die Zugstange *p* des Wagens *B* ist eine Schraubenkuppelung *s* mit linkem und rechtem Gewinde eingeschaltet, um das gleichmäßige Einstellen der Bremsklötze der beiden Wagen zu ermöglichen. Unter dem Wagen *B* ist eine Blechhülse *t* angebracht, in welcher der Kuppelungshebel *k* eingeschoben werden kann, wenn der Wagen *B* allein, d. h. nicht in Verbindung mit einem für diese Zweiwagenbremse eingebrachten Wagen rollt.

Wird die Bremsspindel des ersten Wagens in Thätigkeit gesetzt, so werden die Bremsklötze, da hier die vorhandene B. unverändert bleibt, wie bisher an die Räder angedrückt; gleichzeitig wird aber durch die Bewegung des Bremswellenhebels *b* vermöge der Zugstange *c* und des Winkelhebels *d* der Kuppelungshebel *k* nach aufwärts bewegt, hierdurch der Bremswellenhebel *q* des zweiten Wagens angezogen, wodurch auch die Bremsklötze dieses Wagens an die Räder angedrückt werden.

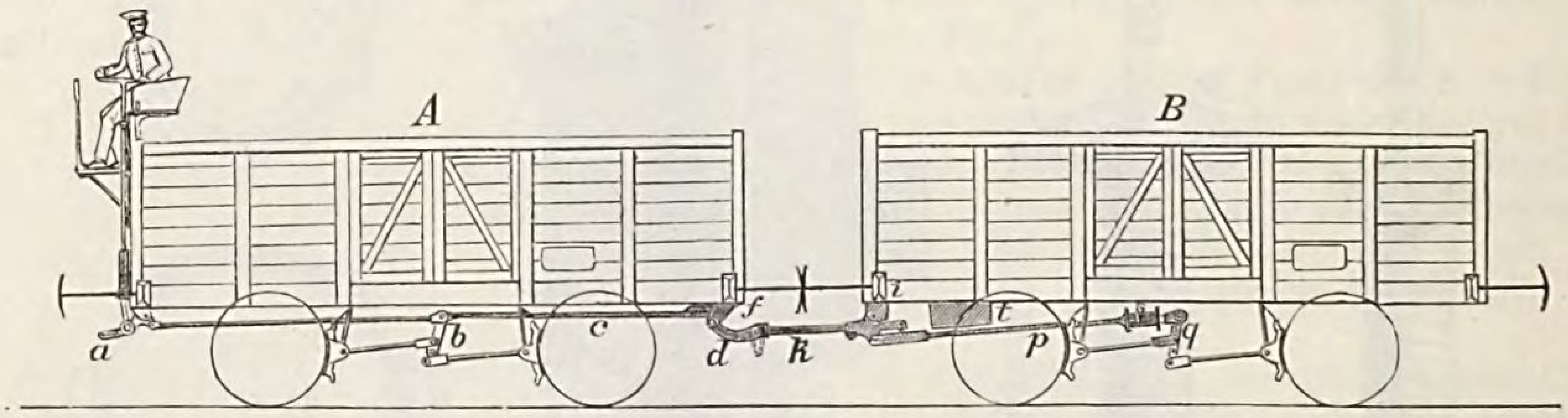


Fig. 361.

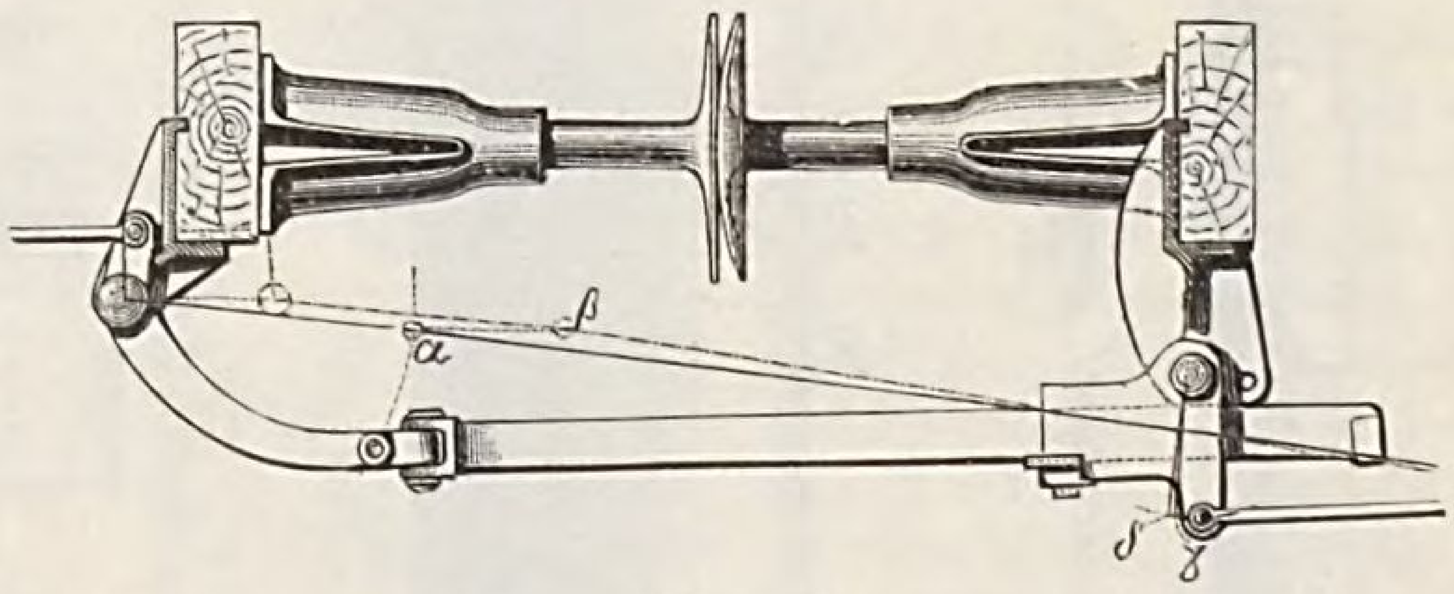


Fig. 362.

sowohl die B. des Wagens, auf dem er sich befindet, als auch die B. des andern Wagens von einem Stand aus bedienen kann, oder sie ist in der Weise durchgeführt, daß die Bremsspindeln der beiden Wagen durch Kegelräder und Gelenksstangen in entsprechende Verbindung gebracht werden können, wodurch die gleichzeitige Bedienung beider B. durch einen Bremser von jedem der beiden Wagen aus möglich ist. Versuchsweise wurde diese Konstruktion bei einigen Wagen der k. k. österreichischen Staatsbahnen ausgeführt. (Näheres s. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrg. 1882.)

Hardy's Zweiwagenbremse ist in Fig. 361 und 362 dargestellt und sind jene Bestandteile, welche einer gewöhnlichen Spindelbremse hinzugefügt werden müssen, um sie für diese Zweiwagenbremse umzugestalten, in Fig. 361 durch Schraffierung ersichtlich gemacht. Die Verlängerung des Winkelhebels *a* dient dazu, die Gestänge zu kuppeln, falls der Wagen *A* in umgekehrter Stellung gegen den Wagen *B* steht.

Fig. 362 zeigt das Detail der Kuppelung der Bremsgestänge zweier Wagen. Diese Kuppe-

Zweiwagenbremsen können wohl nur dort Verwendung finden, wo die Verkehrsverhältnisse gestatten, daß die hierfür eingerichteten Wagen beieinander bleiben. Bei Wagen für den allgemeinen Verkehr können solche Einrichtungen nicht ausgenutzt werden.

Schließlich sollen noch die in den technischen Vereinbarungen enthaltenen Bestimmungen, welche speciell die Handbremsen betreffen, angeführt werden:

§ 81. Alle Bremskurbeln müssen zum Festbremsen rechts zu drehen sein.

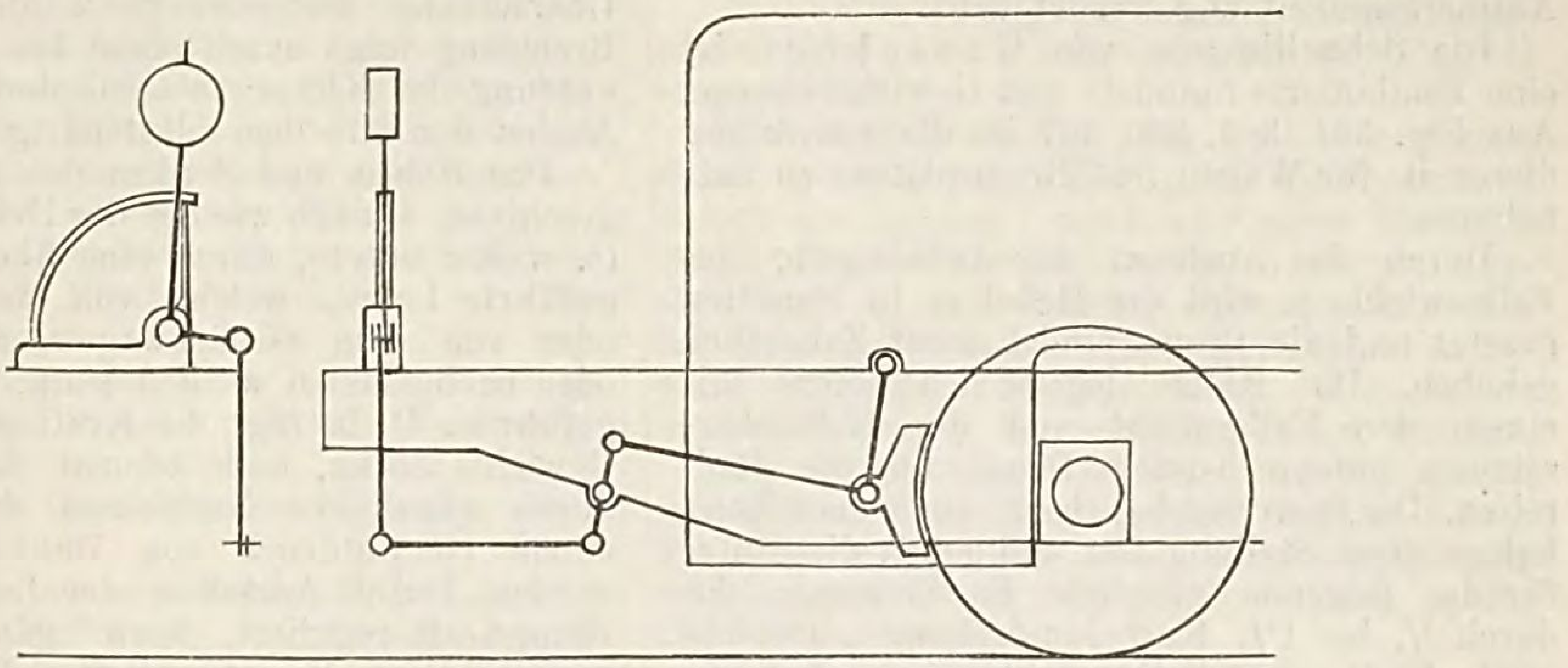
§ 107. Jede Tenderlokomotive muß ohne Rücksicht auf etwa vorhandene anderweitige Bremsvorrichtungen mit einer Handbremse versehen sein, die jederzeit leicht und schnell angezogen werden kann.

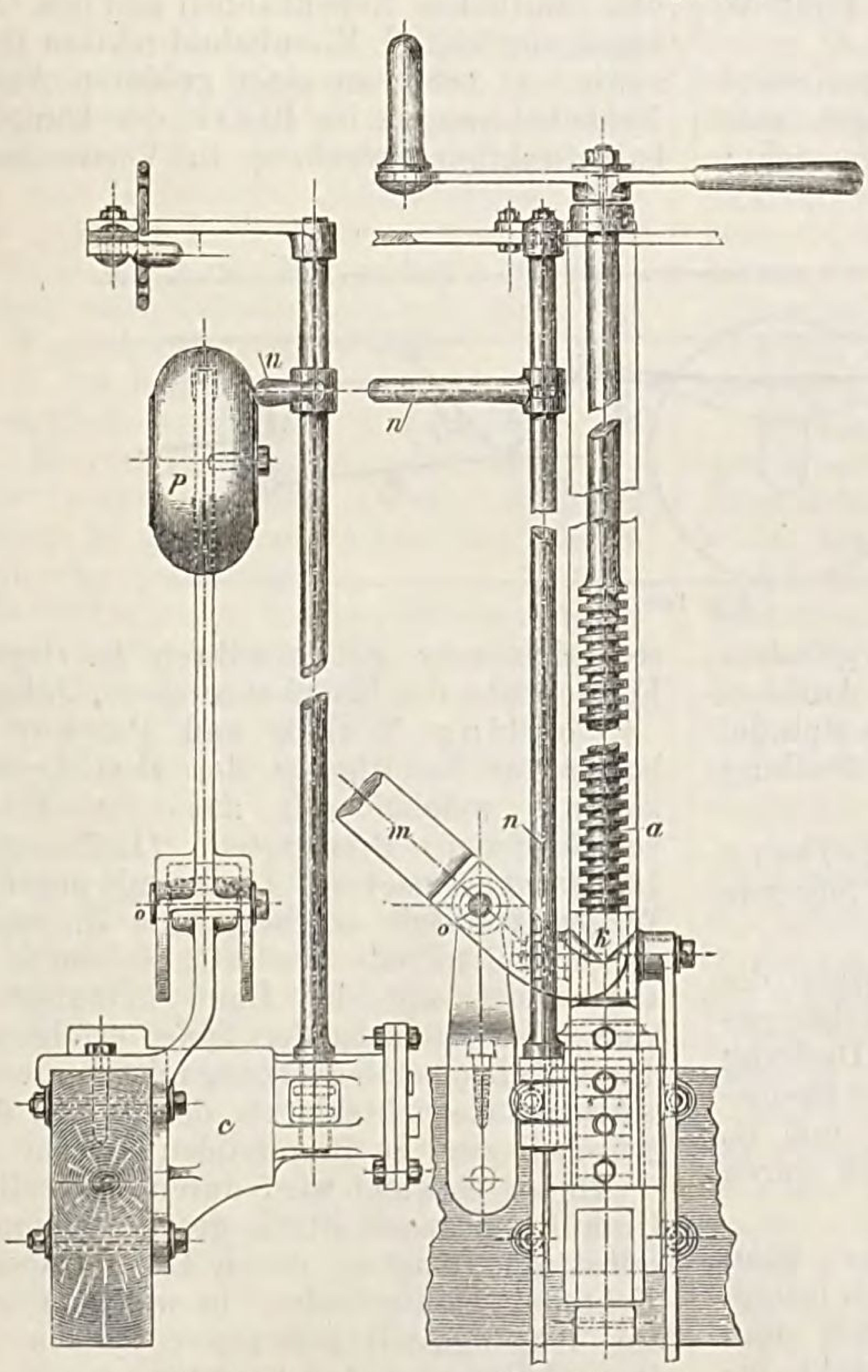
Dieselbe Bestimmung wie § 107 enthält § 115, jedoch heißt es hier: „Jeder Tender", und ist nach „jederzeit" die Bedingung eingeschaltet „auch wenn der Tender von der Lokomotive losgekuppelt ist".

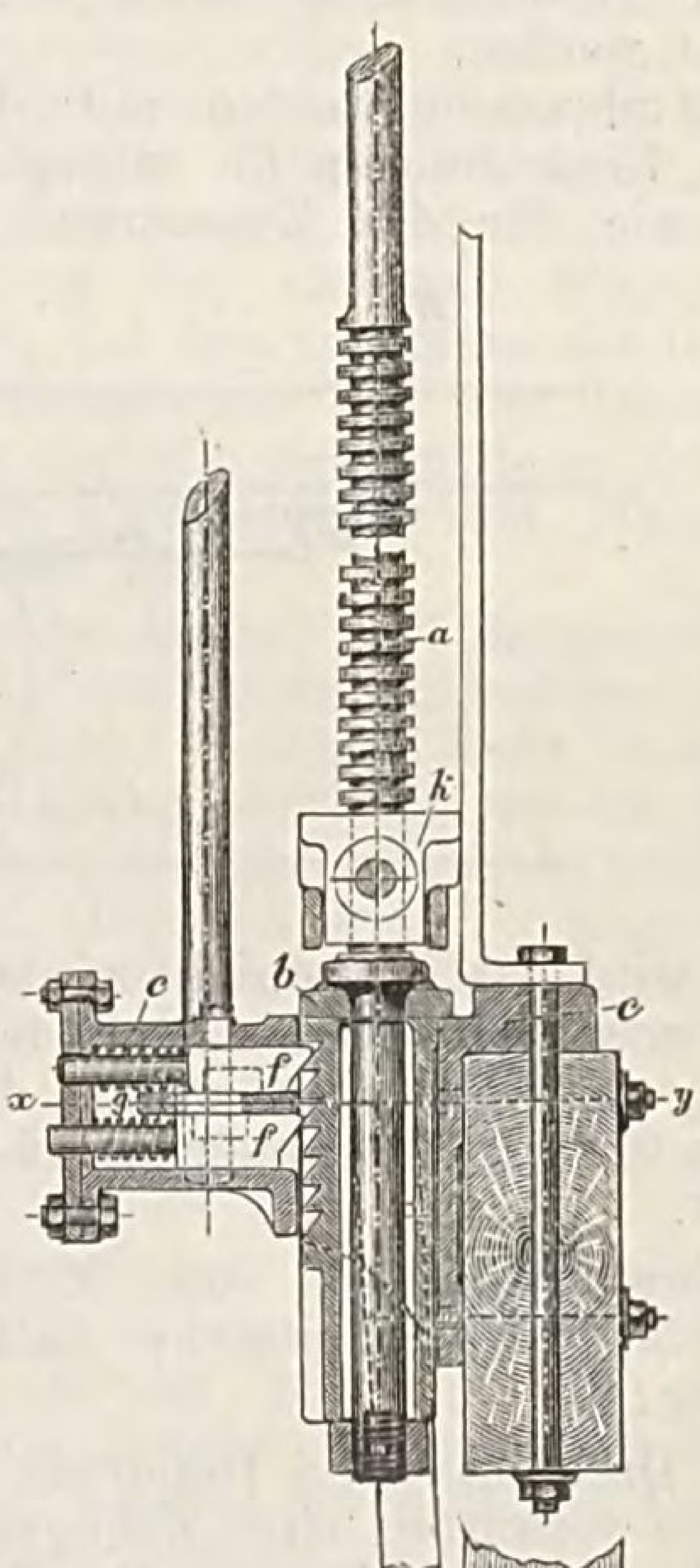
II. Gewichtsbremsen. Bei dieser Gattung B. wird der Bremsdruck durch die Einwirkung

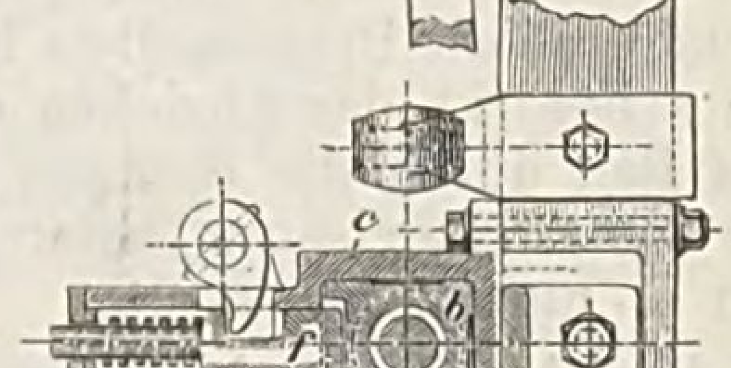
eines Gewichts von entsprechender Größe auf das Hebelwerk der B. hervorgerufen. Für das Zu- und Aufbremsen der Gewichtsbremse ist das Heben und Wiedersinkenlassen des Bremsgewichts erforderlich. Da diese Manipulation das Vorhandensein irgend einer Kraft (in der Regel Muskelkraft) bedingt, so können die Gewichtsbremsen auch als B. definiert werden, bei

Gewichts angespannt werden kann. Das Öffnen der B. wird durch die Drehung eines Schwungrads bewirkt, indem die Kette, an welcher das Gewicht hängt, auf eine Trommel mit einem Sperrrad aufgewunden wird. Mit Hilfe des Schwungrads kann der Bremser die Wirkung der B. verstärken oder vermindern und durch das Aufziehen des Gewichts ganz aufheben.


Fig. 363.


Fig. 365. Fig 364.


Fig. 366.


Fig. 367.

welchen infolge der indirekten Einwirkung irgend einer Kraft mittels eines Gewichts die Bremswirkung hervorgerufen wird.

Die Exter'sche B., welche im Jahr 1847 auf den bayrischen Staatsbahnen eingeführt wurde, ist der Hauptsache nach eine gewöhnliche Klotzbremse in Verbindung mit einem Flaschenzug, dessen Seil oder Kette durch das Auslösen eines im Gepäckswagen aufgehängten

Die Manipulation beim Kuppeln dieser B. ist etwas umständlich und haben selbe auch den Nachteil, daß die ersteren Wagen stärker, die letzteren schwächer gebremst werden. Diese B. hat wohl aus diesen Gründen eine allgemeinere Verbreitung nicht gefunden.

Auch für Lokomotiven wurden Exter'sche Gewichtsbremsen angewendet und haben sich hier gut bewährt.

Aus Fig. 363 ist die Anordnung einer solchen B. bei einer zweiachsigen Tenderlokomotive ersichtlich. Bei Umlegung des Gewichtshebels tritt die B. sofort in Wirksamkeit. Der Bremsdruck läßt sich durch ein entsprechendes Niederdrücken oder Heben des Gewichtshebels steigern oder vermindern. Die B. funktioniert gut, wenn der Regulierung derselben genügende Aufmerksamkeit zugewendet wird.

Die Schnellbremse von Gassebner ist eine kombinierte Spindel- und Gewichtsbremse. Aus Fig. 364, 365, 366, 367 ist die Anordnung dieser B. für Wagen mit Bremsplateau zu entnehmen.

Durch das Auslösen der Aufhängung des Fallgewichts p wird der Hebel m in Funktion gesetzt und die Bremsspindel samt Zahnstück gehoben. Die Klötze legen sich sofort mit einem dem Fallgewicht und der Hebelübersetzung entsprechenden Druck an die Radreifen. Die Sperrriegel f, (bezw. einer derselben), halten diese Stellung fest und geben die Stütze für das folgende gänzliche Festbremsen, das durch $1/2$ bis $1\,1/2$ Kurbelumdrehungen erreicht wird. Statt des Fallgewichts kann bei geschlossener Bremserhütte auch ein Fußtritt angewendet werden.

Um aufzubremsen werden mit der Kurbel $1/2$ bis $1\,1/2$ Umdrehungen (in entgegengesetzter Richtung wie für das Zubremsen) gemacht; hierdurch wird das Fallgewicht wieder gehoben und die Sperrriegel werden mittels der Auslösevorrichtung zurückgezogen, worauf die Spindel samt Zahnstück in die ursprüngliche Stellung zurückfällt.

Die Gewichtsbremse von Middelberg (Fig. 368) hat der Hauptsache nach folgende Einrichtung:

Durch Drehung eines Handrads wird die Zugstange z vermittels eines Zahngetriebes gehoben und dadurch die Bremswelle v in Drehung versetzt. Dies bewirkt das Abziehen des Bremsklotzes vom Rad durch die Stangen z_1 und d_2 und ist das Federhängeisen z_2, hiernach durch die Stangen d_1 und z_1 unterstützt.

Durch das Auslösen einer Klinke kann man die Zugstange z wieder herabfallen lassen. Die Bremswelle dreht sich dann zurück und der Bremsklotz wird an das Rad gedrückt, indem sich der Zug des Federhängeisens z_2 durch die Verbindung der Stangen d_1 und d_2 kniepreßartig auf den Klotz überträgt.

Bei dieser B. erzeugt also das Gewicht des Wagens den Bremsdruck. Damit das Bremsen nicht stoßartig erfolgt, ist die Zugstange z mit einem Kolben in Verbindung gebracht, der in einem mit Glycerin gefüllten Rohr, in welches er nicht dicht paßt, eingeschlossen ist.

Diese B. wurde bei Gepäckwagen versuchsweise ausgeführt; eine weitere Verbreitung scheint sie jedoch nicht gefunden zu haben.

Bei der durchlaufenden Gewichtsbremse von v. Borries wird durch eine eigenartige Verbindung des das Bremsgewicht tragenden Winkelhebels mit der Zugstange der B. der Vorteil erzielt, daß die Bremsklötze mit kleiner Hebelübersetzung angelegt und dann mit starker Übersetzung festgedrückt werden. Auf jede Bremsung folgt unmittelbar das durch die Abnutzung der Klötze etwa erforderlich gewordene Nachstellen derselben selbstthätig.

Das Heben und Senken des Bremsgewichts geschieht, ähnlich wie bei der Heberlein-Bremse (s. weiter unten), durch eine über den Wagen geführte Leine, welche von der Lokomotive oder von dem Gepäckwagen aus angezogen oder nachgelassen werden kann. Bei den ausgeführten B. beträgt die Kraft zum Heben des Gewichts 35 kg, und können die Bremsklötze durch gänzliches Nachlassen der Leine mit einem Gesamtdruck von 7000 kg angepreßt werden. Durch Anziehen der Leine kann die Bremskraft reguliert, bezw. ganz aufgehoben werden. Diese B. ist seit dem Jahr 1883 bei den sämtlichen Nebenbahnen und den Omnibuszügen der königl. Eisenbahndirektion Hannover, sowie seit 1885 an einer größeren Anzahl von Nebenbahnwagen im Bezirk der königl. Eisenbahndirektion Bromberg in Verwendung und soll sich sehr gut bewähren (s. Organ f. d. Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrg. 1887).

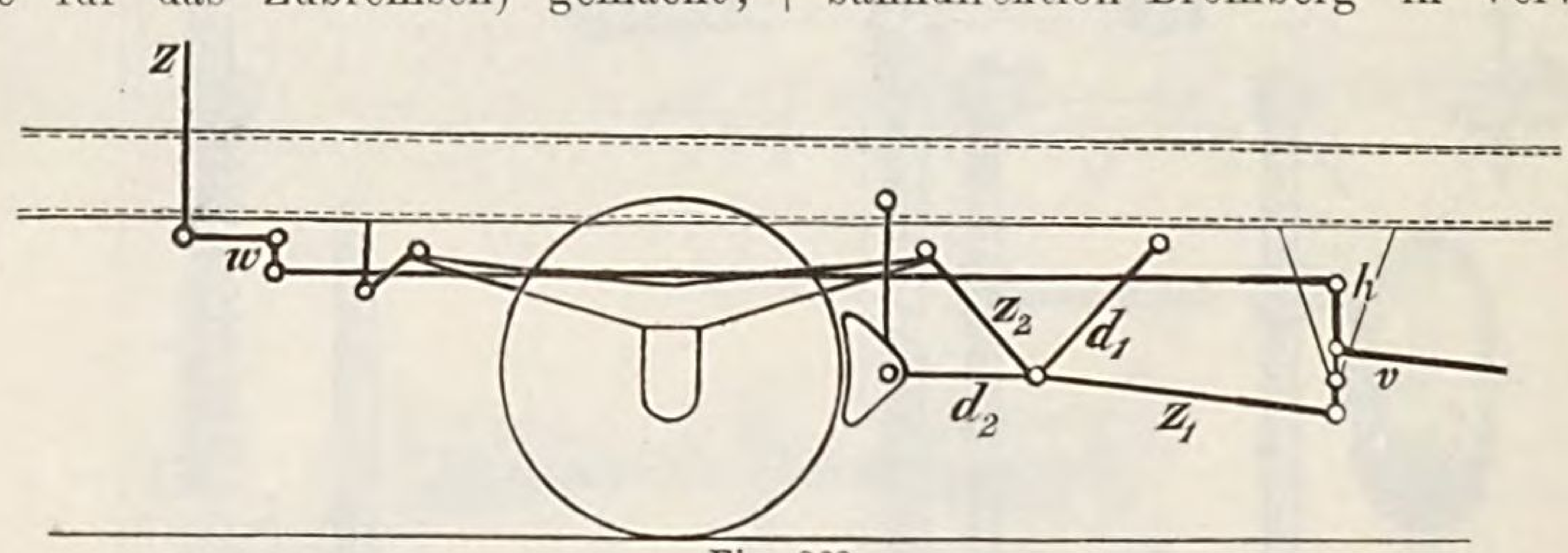


Fig. 368.

Cowling Welck und Parker Smith haben zur Beseitigung der Betriebsschwierigkeiten, welche sich aus der Einführung verschiedener Bremsarten (Luftsaugebremse, Luftdruckbremse) auf Linien mit gegenseitigem Wagenaustausch ergeben, eine B. ausgeführt, die sowohl mittels Preßluft als durch Saugen, sowie auch mit der Hand bethätigt werden kann. Das Bremsen der Räder erfolgt einseitig durch Kniehebelübersetzung mittels eines 200 kg schweren Gewichtsklotzes, der sich in der Mitte zwischen zwei zu bremsenden Achsen befindet.

Dieses Gewicht wird durch eine cylindrische Umhüllung gegen Staub geschützt und bildet selbst einen unten durch Lederstulpen abgedichteten Hohlcylinder, in welchem sich ein am Wagengestell befestigter Kolben befindet. Der Cylinderraum ist unten durch die am Kolben, oben durch die am Gewichtscylinder befestigte Dichtung abgeschlossen. Der Kolben besitzt zwei Bohrungen, von welchen die eine mit der Preßluftleitung und dem Ringraum zwischen Kolben und Cylinder, die andere mit der Saugleitung und dem Raum zwischen dem unteren Kolbenende und dem Cylinderboden in Verbindung steht. Ist der Wagen in einen mit einer Preßluftbremse ausgestatteten Zug eingereiht, so tritt die Preßluft durch die erste

Kolbenbohrung in den Ringraum, drückt gegen dessen obere am Cylinder befindliche Dichtung, hebt den Cylinder und löst auf diese Weise die B.; wird der Druck in der Leitung vermindert, so sinkt der Cylinder und zieht die B. an.

Beim Anschluß des Wagens an eine Saugbremse wird ein Leersaugen des unteren Cylinderteils durch die zweite Kolbenbohrung, und somit ein Heben des Gewichtscylinders durch den Druck der Außenluft und Lösung der B. herbeigeführt; das Einlassen von Luft in die Saugleitung hat das Anziehen der B. zur Folge. Endlich ist in dem äußeren Gehäuse eine mittels gewöhnlichen Handbetriebs zu bewegende Welle gelagert, mit welcher der Gewichtscylinder durch Hebelübersetzung und Klinkenvorrichtung so verbunden ist, daß das Heben des Gewichts zunächst die Lösung der B., bei Überschreitung eines bestimmten Punkts aber die Auslösung der Klinke und das Anziehen der B. durch Niedersinken des Gewichts zur Folge hat (Engineering 1887).

III. Federbremsen. Bei den Federbremsen vermittelt eine Feder die Einwirkung irgend einer mechanischen Kraft auf das Bremsgestänge.

Bei den B. von Newall wird die Spannung einer kräftigen Feder bei angezogener B. durch das Gestänge auf die Klötze übertragen. Das Entbremsen geschieht durch Zusammenpressen der Feder mit Hilfe eines Zahngetriebes. Die Achse des größeren Rads dieses Getriebes setzt sich als Welle längs des Wagendachs fort und kann mittels eines Gelenkstücks mit der B. des nächsten Wagens gekuppelt werden.

Diese B. ist kompliziert und hat nur auf einigen englischen Bahnen Verwendung gefunden (s. Heusinger, Handbuch Bd. II).

Eine der vorangegebenen B. sehr ähnliche Konstruktion ist unter dem Namen Foy'sche B. zur Ausführung gekommen.

Die Einrichtung der kontinuierlichen automatischen Dampfbremse von Klose ist in den Figuren auf Taf. X ersichtlich gemacht.

Eine kräftige Feder φ (Fig. 3*a* und 3*b*), welche mit dem Bremsgestänge des Fahrzeugs durch den Hebel H und die Zugstange z verbunden ist, bewirkt das Anpressen der Klötze an die Räder. Das Lösen der B. wird mit Hilfe eines Dampfkolbens K erreicht, dessen Stange k an einem Hebel h angreift, der mit dem Hebel H entsprechend verbunden ist. Solange hinreichend gespannter Dampf, welcher aus der Hauptleitung l durch die Zweigleitung l_2 in den Cylinder gelangt, auf den Kolben drückt, wird durch letzteren die Feder φ mittels des Hebelwerks zusammengepreßt und die B. ist offen. Der Dampf kann der gewöhnlichen Dampfheizleitung entnommen werden oder es wird eine besondere Leitung angeordnet. Der Ablauf des etwa vor dem Kolben sich ansammelnden Wassers erfolgt durch das Loch i (Fig. 3*a*), während im Cylinder kondensiertes Wasser durch den Kondensationsautomaten γ entfernt wird.

Die Lokomotive ist mit einem Dampfentnahmeventil R (Fig. 1) versehen, welches derart eingerichtet ist, daß der durch dasselbe strömende Dampf auf einen bestimmten niedrigeren Druck als den Kesseldruck (auf 3—4 at) reduziert wird.

Der Dampf gelangt durch das Rohr l_0 (Fig. 1 *d*) und das Kolbenventil v nach der Rohrleitung l_1; das Kolbenventil v reguliert selbstthätig den Druck in dem Rohr l durch die Feder f, welche mittels des Hebels r das Kolbenventil mehr oder weniger öffnet.

Das Rohr l_0 ist mit einem Niederschraubventil als Dampfabschluß versehen, für den Fall, als die Bremse längere Zeit nicht benutzt wird.

In die Rohrleitung l ist handlich für den Lokomotivführer der Wechselschieber S (Fig. 1) eingeschaltet.

Der Wechselschieber (Fig. 1 *a b c*) gestattet, durch Stellung seines Handgriffs die Kommunikation der Leitung l mit l_1 oder unter Abschluß von l_1 die Kommunikation von l mit der Ausströmung l_a nach Belieben herzustellen. Auf der Leitung l ist ein dem Lokomotivführer sichtbares Manometer M angebracht, welches den in der Leitung l herrschenden Druck anzeigt.

Die Rohrleitung l ist von dem Schieber S weiter nach dem Tender geführt und, falls auch die Lokomotive mit einer Bremsvorrichtung versehen wird, mit einer Abzweigung l_2 für die letztere versehen.

Soll gebremst werden, so läßt man den in der Leitung und in dem Druckcylinder befindlichen Dampf durch Öffnen eines auf der Lokomotive angebrachten Ventils austreten. Es ist daher erforderlich, falls die Dampfheizleitung als Bremsleitung benutzt werden soll, die Dampfheizeinrichtung der einzelnen Wagen so zu konstruieren, daß beim Bremsen die Kommunikation des Heizkörpers mit der Dampfleitung selbstthätig unterbrochen und so der Dampf während des Bremsens in den Heizcylindern zurückgehalten wird.

Hierzu dient das in Fig. 5 dargestellte Rückschlagventil, durch welches im Sommer vermittels Einsetzens eines Stückchens Rohr an Stelle der Feder die Heizung abgestellt werden kann.

Die Leitung des letzten Wagens wird mit dem Schlußventil (Fig. 4 *a* und *b*) abgeschlossen. Dieses Ventil dient zunächst als Sicherheitsventil, damit der Druck in der Leitung nicht höher als beabsichtigt steigen kann; es dient aber auch gleichzeitig dem Führer als Kontrolle, ob richtig zusammengekuppelt ist.

Indem der Führer den Handgriff r des Reduktionsventils in die Stellung r_1 bringt, wird die Reduktionsfeder gespannt und der Druck in der Leitung erhöht; infolgedessen öffnet sich das Ventil e, welches durch die auf bestimmten Druck justierte Feder f zugehalten wird, und bläst ab; da das Ventil so beschaffen ist, daß es nicht anders angeschraubt werden kann, als daß seine Mündung nach der rechten Seite zeigt, so kann dieses Abblasen vom Führer gesehen werden. Das Ventil e kann auch durch den Hebel g geöffnet werden, wenn vom letzten Wagen aus gebremst werden soll.

Ist der Wagen nicht mit der Dampfleitung verbunden, so kann das Lösen der B. mittels der Spindel erfolgen.

Soll diese B. von jedem Fahrzeug aus zur Wirkung gebracht und somit zugleich als Interkommunikationssignal benutzt werden können, so ist an jedem Wagen in der Dampfleitung ein Ventil einzuschalten, durch welches diese entleert werden kann. Die Öffnung des Ventils erfolgt durch einen Hebel, welcher durch eine an entsprechender Stelle geführte Handhabe gehoben werden kann.

Bei längeren Zügen wird dieses Ventil auch zugleich benutzt, um die Entleerung der Dampfleitung beim Schnellbremsen zu beschleunigen; zu diesem Zweck ist dasselbe mit einem schwingenden Hebel versehen, welcher mit dem Kolben oder Hebelwerk derart in Abhängigkeit gebracht ist, daß bei Bewegung des Kolbens oder Hebelwerks das Ventil in entsprechende Thätigkeit gesetzt wird.

IV. Friktionsbremsen.

Die Friktions- oder Reibungsbremsen beruhen auf dem Princip, die lebendige Kraft des in Bewegung befindlichen Zugs für das Bremsen derartig zu verwerten, daß mit Hilfe einer auf einer Radachse festsitzenden Friktionsscheibe eine zweite solche Scheibe in Drehung versetzt und damit eine Kette aufgewickelt, bezw. angespannt wird, wodurch das Anziehen des Bremsgestänges erfolgt.

Eine solche von Mayer konstruierte B. kam in Amerika zur Ausführung. Der Friktionsapparat dieser B. wird von einer Achse des Tenders oder des ersten Wagens angetrieben. Die Kette läuft unter dem ganzen Zug fort und sind die Bremsgestänge der einzelnen Bremswagen mit dieser Kette verbunden. Ganz ähnlich war ursprünglich die Friktionsbremse von Heberlein eingerichtet.

Bei den verbesserten Friktionsbremsen, welche gegenwärtig hauptsächlich auf Sekundärbahnen Verwendung finden, ist jedes bremsbare Fahrzeug mit einem Friktionsapparat ausgerüstet.

Hierher gehören die B. von Becker, Heberlein, Schmid und verschiedene elektrische Friktionsbremsen.

Die Einrichtung der Becker'schen B. besteht in folgendem:

Auf einer schmiedeisernen, parallel zu den Radachsen und in der Nähe eines Räderpaars an zwei Hängeisen aufgehängten Welle sind gegenüber den Radreifen Friktionsapparate befestigt.

Jeder Friktionsapparat besteht aus einer zweiteiligen gußeisernen Scheibe, welche auf der vorgenannten Welle aufgekeilt ist, ferner aus einem hölzernen, am äußeren Umfang mit Eisen armierten Bremsring, der konzentrisch und lose über der Scheibe angebracht ist und keilförmig in selbe eingreift. Bei entsprechender Senkung der Hängeisen gelangt der äußere Umfang des Bremsrings in Berührung mit der Lauffläche oder dem Spurkranz des Rads und wird der Bremsring, wenn sich das Rad in Bewegung befindet, durch Friktion in Umdrehung versetzt; durch den Bremsring wird bei der Drehung auch die zweiteilige Scheibe samt Welle durch Reibung mitgenommen und eine an der Welle befestigte Kette auf dieser aufgewickelt. Da die genannte Kette mit dem Bremsgestänge in Verbindung ist, so werden hierdurch die Bremsklötze angepreßt.

Sind die Klötze fest angezogen, so bleibt die Welle mit der Kette gleichwie die inneren Scheiben in Ruhe, und gleitet der von den Rädern des Fahrzeugs noch immer angetriebene Bremsring ohne weitere Wirkung solange auf der inneren Scheibe, bis der ganze Friktionsapparat vom Radumfang abgezogen wird.

Soll die B. als kontinuierliche oder als Gruppenbremse dienen, so wird eine Kette, mittels welcher das Heben und Senken der Friktionsapparate erfolgen kann, unter den Fahrzeugen über Rollen geleitet, und ein jedes Fahrzeug, von welchem aus es möglich sein soll, die B. zu bethätigen, mit einer Hebevorrichtung versehen.

Damit weder durch das Bufferspiel noch durch die seitlichen oder vertikalen Schwankungen der Fahrzeuge eine zufällige Spannung der Verbindungskette erfolgen kann, ist an jedem Fahrzeug unter der Kopfschwelle des Untergestells eine Kuppelstange mit einem vertikalen Bolzen drehbar angebracht, welche mit der Kuppelstange des folgenden Fahrzeugs durch einen horizontalen Bolzen verbunden ist. Unter den Kopfschwellen und an dem horizontalen Bolzen der Kuppelstangen sind Leitrollen angeordnet, über welche die Zugkette geführt wird.

Die komplizierten Kettenkuppelungen und die rasche Abnutzung der einzelnen Teile haben bewirkt, daß diese B. heute fast vollständig außer Gebrauch gekommen ist.

Für Nebenbahnen hat die verbesserte Heberlein-B. ausgebreitete Verwendung gefunden (Fig. 369, 370, 371). Bei der kontinuierlichen Heberlein-Bremse wird eine Friktionsrolle b gegen eine auf der Radachse des Fahrzeugs aufgekeilte Rolle a gesenkt. Von der Nabe der Rolle b läuft eine sich schraubenförmig aufwickelnde Galle'sche Kette auf die Übersetzungsrolle c, an deren verlängerter Nabe eine zweite Galle'sche Kette befestigt ist, welche an der Zugstange des Bremsgestänges angreift.

Das Heben und Senken des Friktionsapparats erfolgt durch eine an der Stirnseite des Fahrzeugs angebrachte Hebestange n mittel einer über den ganzen Zug gehenden und durc Rollen geführten Leine. Die Hebestange n greift am längeren Arm des Winkelhebels p an; di Stange i, welche am kürzeren Arm von p an greift, faßt mit ihrem andern Ende den Rah men c, der durch Hängelaschen h am Unte gestell des Fahrzeugs aufgehängt ist und den Rollen b und c als Lager dient.

Das Spannen und Loslassen der Leine geschieht durch einen an der Lokomotive angebrachten Bremshaspel, der entweder mit d Hand bedient wird, oder als Dampfhaspel e gerichtet ist. Jedes Fahrzeug hat an beiden Enden sein eigenes Stück Bremsleine mit Kuppelungshaken.

Der an der Hebestange angebrachte Handgriff o und Versicherungsring l haben den Zweck die B. des betreffenden Fahrzeugs beim Rangieren offen zu halten und die sonst selbstthätige Wirkung auszuschließen; er dient aber auch zur Bedienung der B. von der Hand aus. Um zu bremsen, wird der Haken des Handgriffs o aus dem Ring herausgehoben und die Hebestange n langsam herabgelassen; um zu entbremsen, wird der Haken des Handgriffs o wieder in den Ring l eingehängt. Die gegenseitige Stellung des Handgriffs und des Rings ist eine solche, daß, im Fall die Bremsapparate der Fahrzeuge kontinuierlich verbunden sind, beim Spannen der Leine der Ring von selbst aus dem Haken herausfällt, wodurch die kontinuierliche Bedienung der Bremse ermöglicht wird.

Der Bremsdruck kann durch passende Wahl des Gewichts q und des Verhältnisses der Rollendurchmesser für jedes Fahrzeug entsprechend bemessen werden. Sobald die Bremsklötze

fest angezogen sind, gleitet die Rolle *a* an der festgestellten Rolle *b* solange vorüber, bis das Fahrzeug zur Ruhe kommt oder die B. durch Abziehen des Rahmens *e* gelöst werden.

Die Hebestange *n* ist an ihrem oberen Ende mit einer Coulisse an einem Winkelhebel *s* aufgehängt. Das eine Ende von *s* ist an einem fixen Bock befestigt, der eine Rolle r_1 trägt; das andere Ende von *s* trägt eine zweite Rolle r_2. Wird die Leine, welche um die beiden Rollen entsprechend geschlungen ist, nachgelassen, so geht r_2 und mit ihr der Hebel *s* und die Hebestange nach unten und die B. tritt in Thätigkeit. Durch Spannen der Leine werden die Bremsapparate außer Thätigkeit gesetzt.

Die Schmid'sche kontinuierliche Schraubenradbremse unterscheidet sich von den vorgenannten Friktionsbremsen dadurch, daß das Anziehen der Bremsklötze nicht unmittelbar durch die Friktionsrollen bewirkt, sondern mit letzteren ein Schraubenbremsapparat bethätigt wird, durch welchen das Anziehen der Bremsklötze erfolgt.

Diese Einrichtung bietet gegenüber derjenigen von Heberlein den Vorteil, daß die Friktionsrollen außer Eingriff gebracht werden können, sobald die geeignete Anspannung der B. erreicht ist, da das Schraubenrad auch dann in der erlangten Stellung verbleiben kann.

Während bei der Becker- und Heberlein-B. die Räder der gebremsten Fahrzeuge entgegen der Fahrrichtung nicht gehalten sind und ein

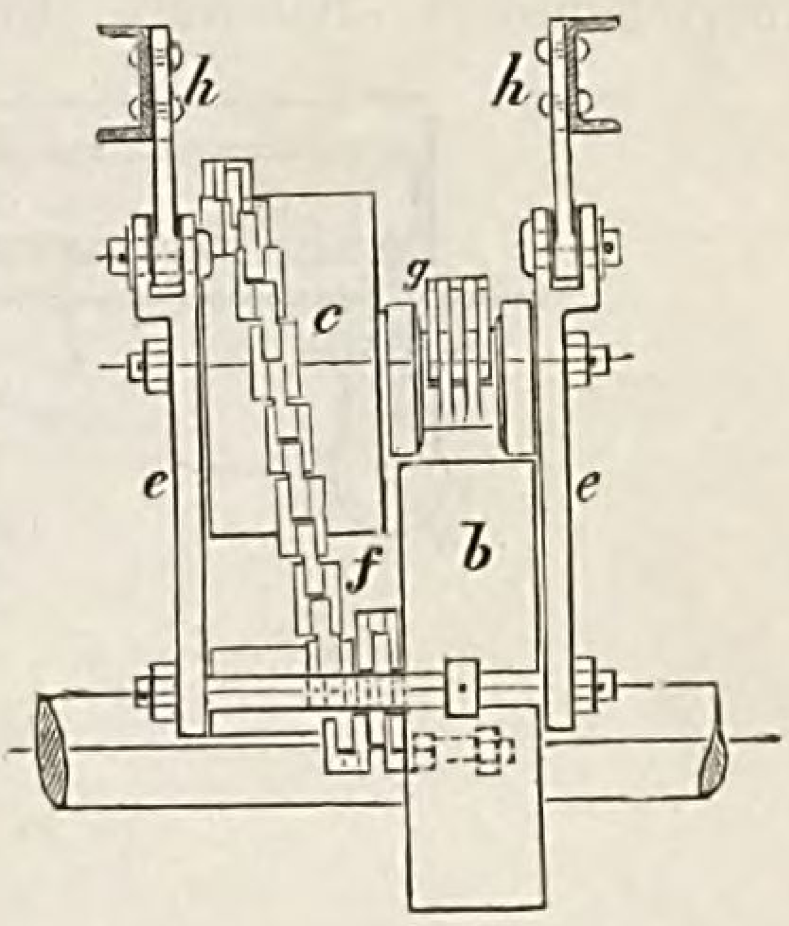


Fig. 371.

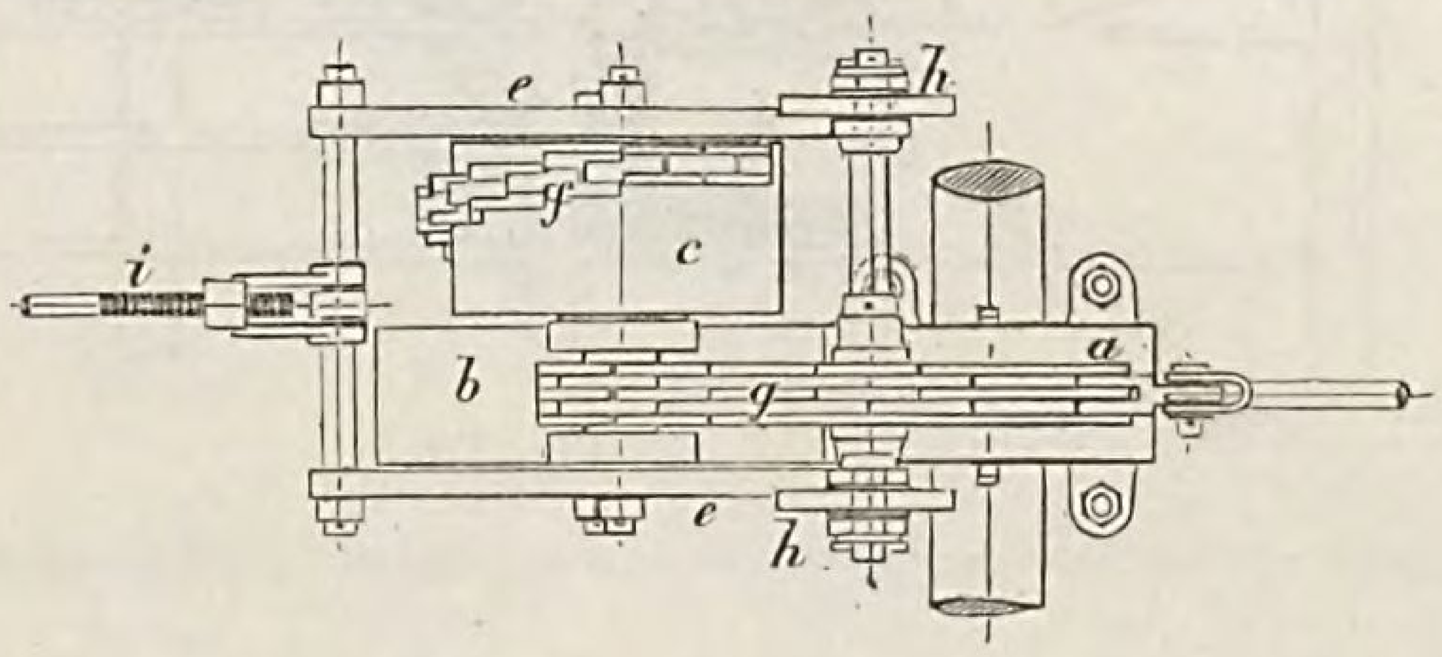


Fig. 370.

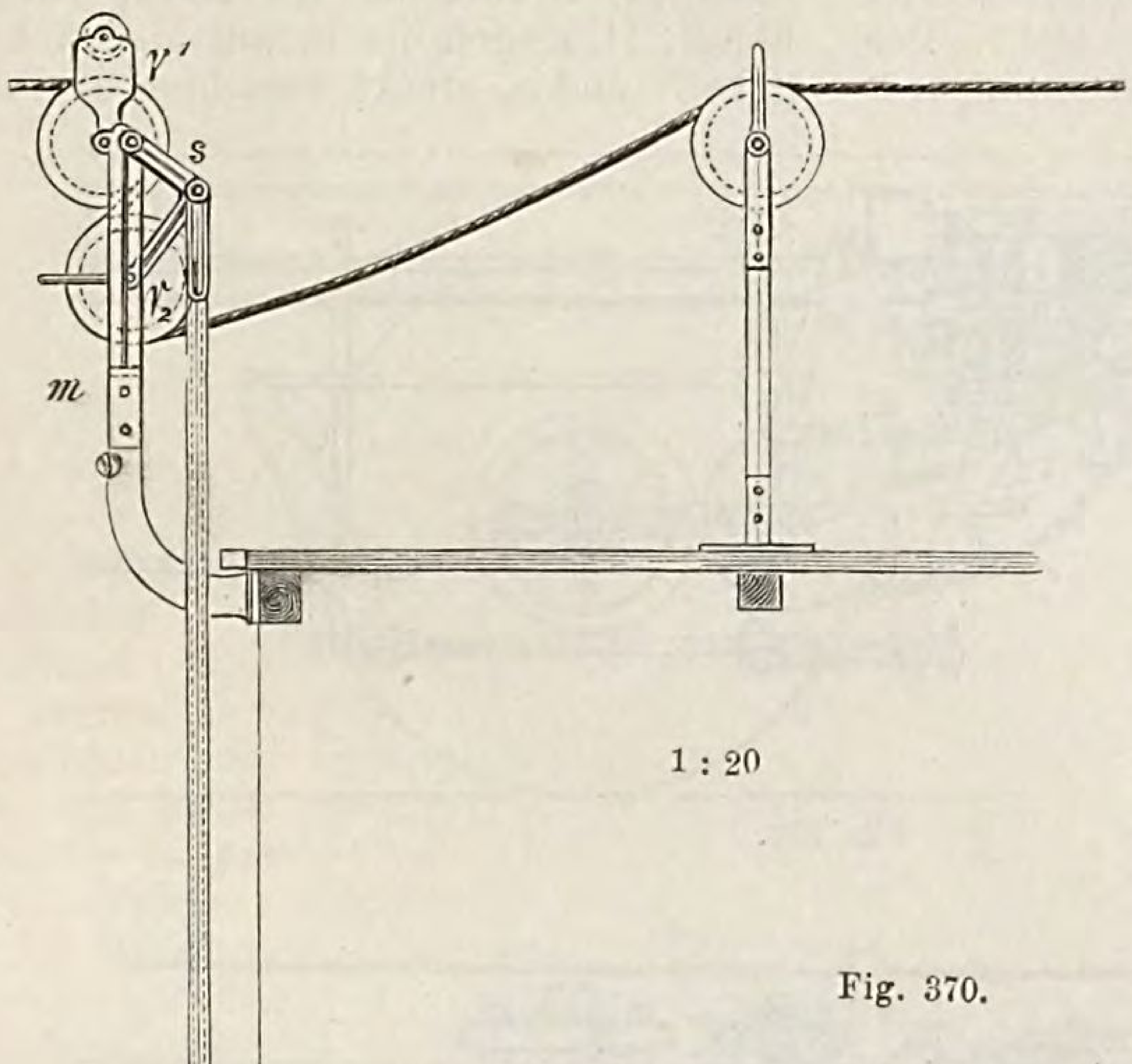
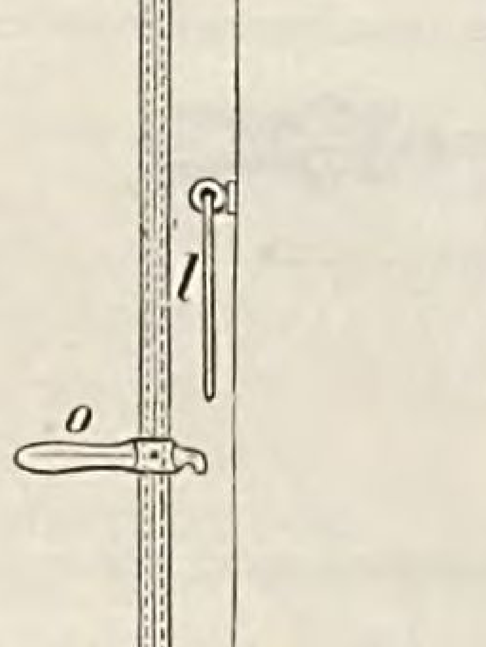
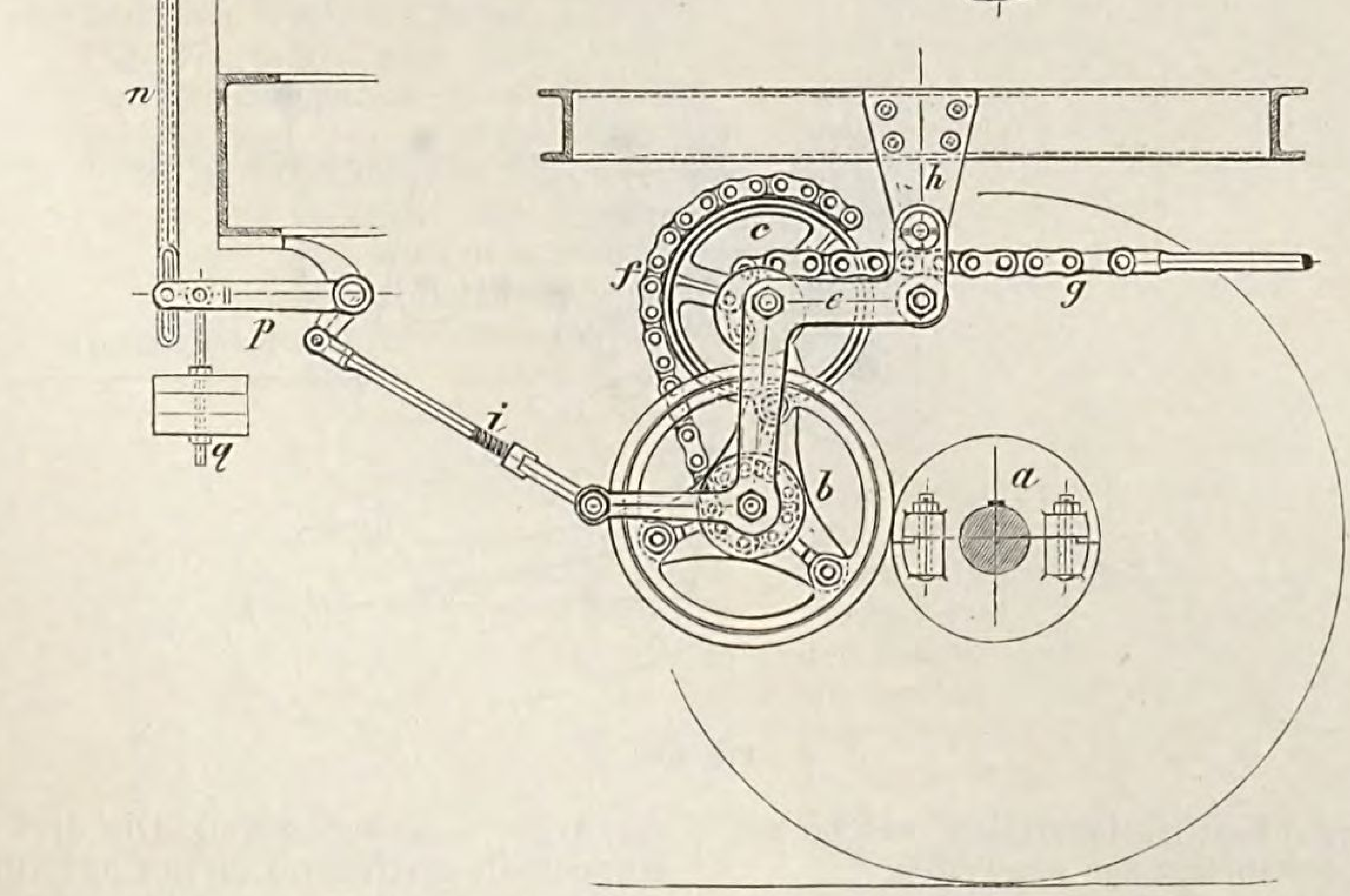




Fig. 369.

Strecken des Zugs infolge der Bufferwirkung oder ein Rückswärtsrollen auf einer Steigung nicht verhindert wird, bleibt diese B. für jede Fahrrichtung geschlossen. Bei den vorgenannten zwei Bremseinrichtungen müssen die Bremsketten erst beim Rückwärtsrollen in verkehrter Richtung aufgewickelt werden, bis ein Festbremsen auch in dieser Richtung erfolgt.

Die Konstruktion der Schmid'schen B. ist in den Fig. 372, 373 und 374 dargestellt. Der als Antriebsmotor benutzte Friktionsapparat Schraubenradbremsapparat bildet. Dieser ist an dem Untergestell des Fahrzeugs befestigt.

In dem Cylinder *h* befindet sich der Bremsmechanismus, bestehend aus Schnecke 1 (Schraube ohne Ende), Schneckenrad *m* auf der Achse *n*, sowie auf derselben Achse sitzend die Reibungskuppelung o, o_1 und o_2. Der Teil *o* steckt lose auf der Achse *n* und bildet zugleich eine Kettentrommel, an welcher die starke Bremskette *E* hängt. Hingegen ist o_1 auf der Achse *n* festgekeilt und o_2 steckt verschiebbar auf einem in

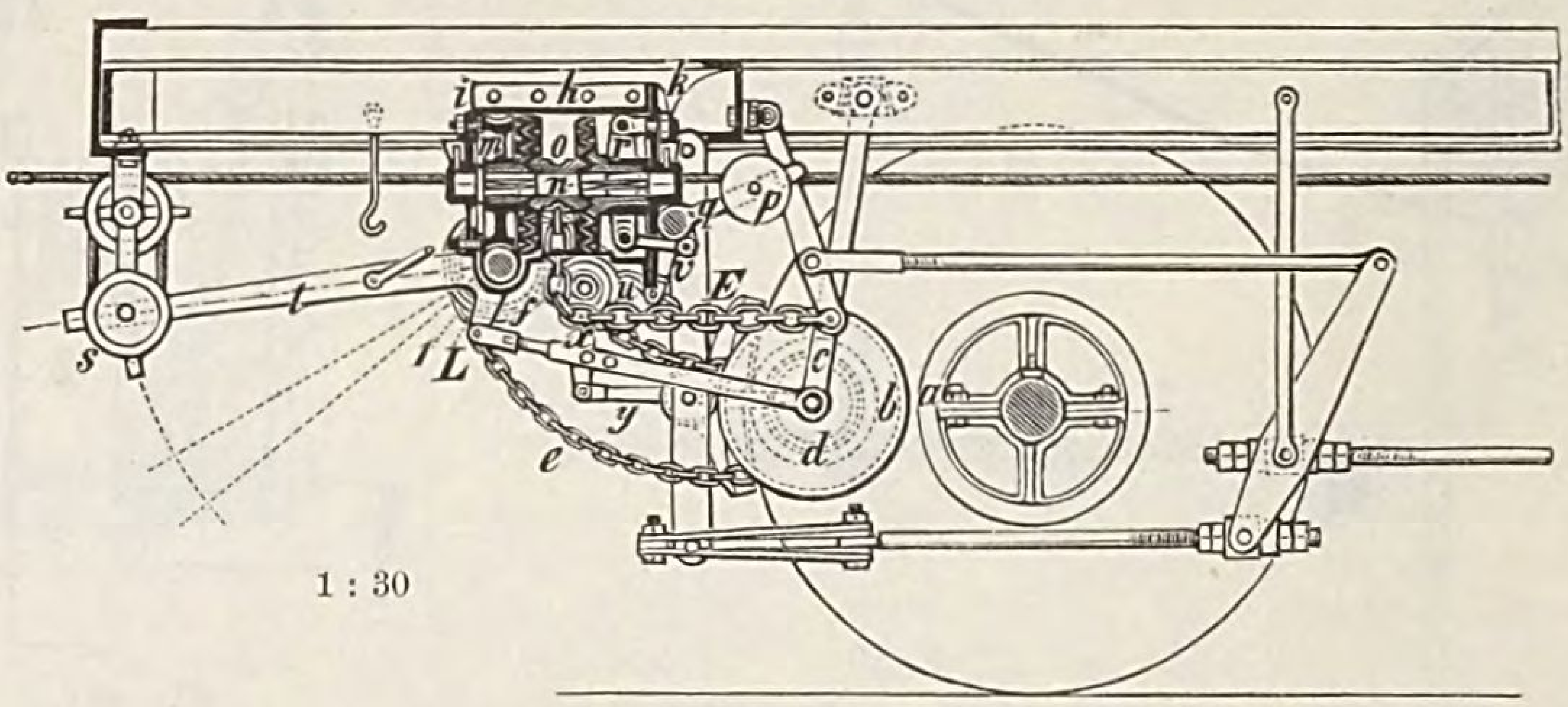


Fig. 372.

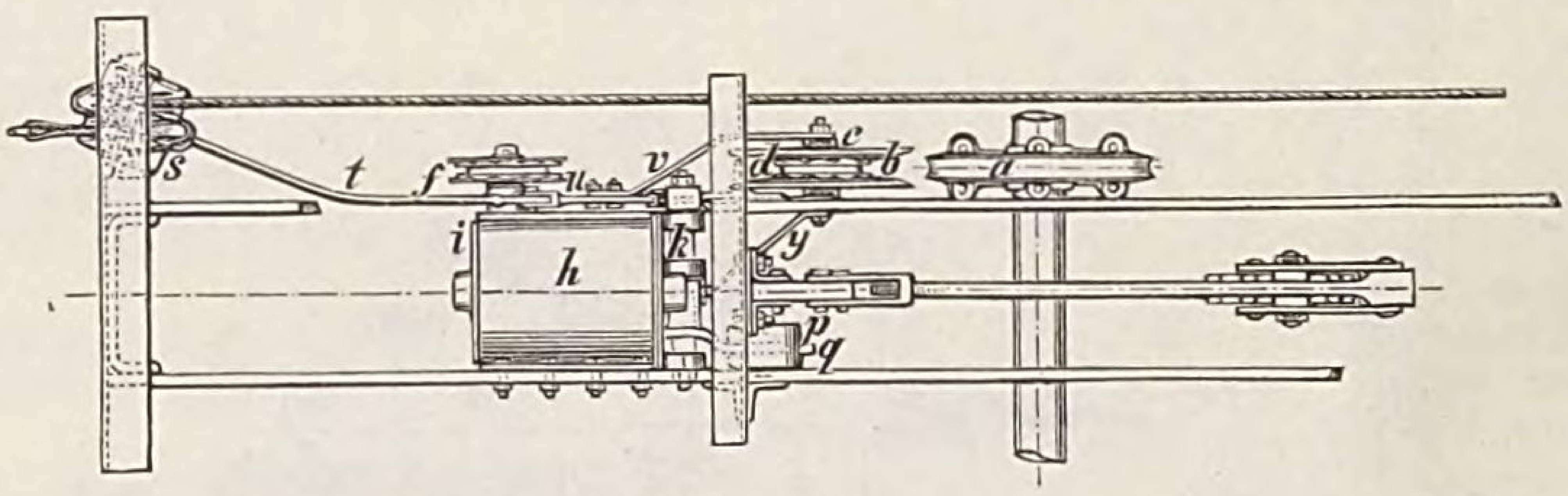


Fig. 373.

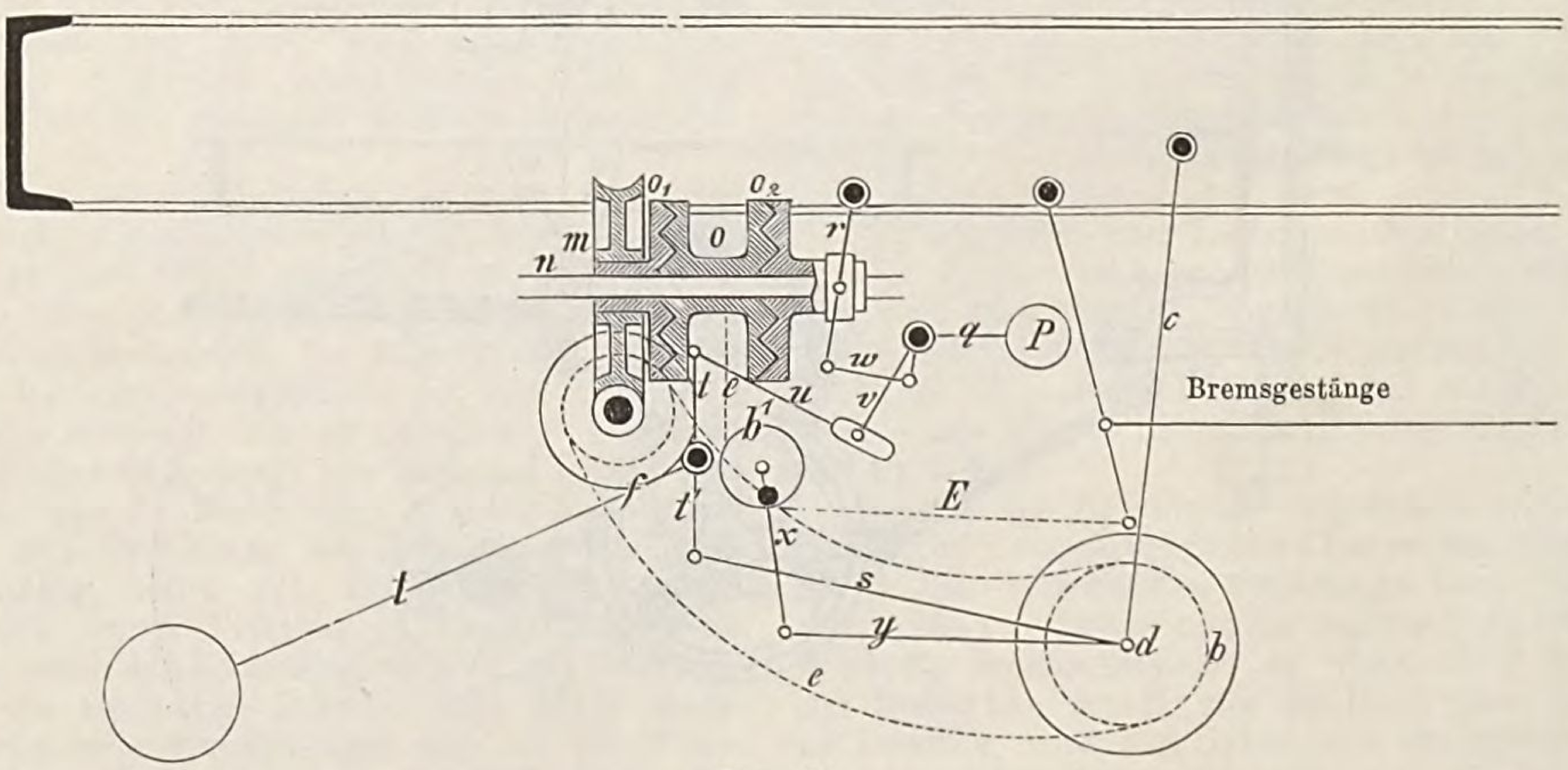


Fig. 374.

besteht aus zwei Keilfriktionsrollen, welche auf ihrer Peripherie ineinander eingreifen.

Die Rolle *a* ist auf einer Achse des zu bremsenden Fahrzeugs befestigt und dreht sich mit dieser. Die Rolle *b*, welche nicht nur Keilfriktionsrolle ist, sondern zugleich auch das Kettenrad *d* bildet, ist in dem am Untergestell des Wagens befestigten Rahmen *c* freischwebend aufgehängt. Über die Rolle *b*, in die Kettennüsse *d* eingreifend, ist eine endlose Kette *e* geschlungen, die ein zweites kleineres Kettenrad *f* umfaßt, welches das Antriebsrad für den die Achse eingelegten Keil. Die drei genannten Kuppelteile greifen mit ihren ringförmigen Keilrippen ineinander und bilden die Reibungsfläche. Die Größe der Reibung ist abhängig von dem Gewicht *p* und der Hebellänge *q*. Es kann deshalb durch das Gewicht *p* die Kraft bestimmt werden, mit welcher man bremsen will.

Wird der dreiarmige Hebel *t* genügend gesenkt (Fig. 374), so kommt die Friktionsrolle *b* mit der Rolle *a* in Kontakt, die Rolle *f* beginnt sich zu drehen, es wird hierdurch das Zahnrad *m* in Bewegung gesetzt; gleichzeitig geht

die Stange u nach links, das Gewicht p beginnt zu sinken, da das Ende des Hebels v in der Coulisse von u frei wird; die Reibungskuppelung o_2 drückt den Teil o nach links, das Gewicht p preßt die Kuppelungsteile, welche nun auch in Rotation gelangen, aneinander und endlich wird die Kette E auf der Nabe von o aufgewickelt, sowie die Bremszugstange angezogen.

Durch die Art der Anbringung der Leitrolle b^1 an dem Gabelhebel x, dessen Drehungsachse sehr nahe der Rollenachse von b^1 liegt, wird eine Selbstabwindung der Friktionsrolle b bewirkt, ohne hierdurch die B. zu lösen. Sobald nämlich der Zug an der Rolle E eine gewisse Größe erreicht, wird die Rolle b^1, welche an dem oberen Ende des Hebels x mittels ihrer Achse gelagert ist, nach rechts gezogen und das zweite Ende des Hebels x nach links gedreht; dadurch wird das Abziehen der Friktionsrolle b von a mittels der Verbindungsstange y bewirkt, und Rolle b und mit dieser das Zahnrad m gelangen zum Stillstand.

Der Hebel v und das Gewicht p wird jedoch bei der kleinen Bewegung des Hebels u vermöge des Spielraums in der Coulisse noch nicht gehoben, und bleibt somit die Reibungskuppelung und die B. geschlossen. Erst bei weiterem Heben des Hebels t schiebt das Coulissenende von u den Hebel v nach rechts, wodurch das Gewicht p gehoben, die Reibungskuppelung auseinandergezogen, die Kette E zum Abrollen gebracht und die B. gelöst wird. Diese Einrichtung gewährt den Vorteil, daß bei anhaltendem Bremsen der Antriebsmechanismus stillestehen kann und die beweglichen Teile möglichst geschont werden. Mit der Leine kann die Rolle b bis zu einer gewissen Grenze abgezogen werden, ohne die B. zu lösen.

Die Bedienung der B. geschieht in folgender Weise. Über den Wagendächern des Zugs oder auch unter den Wagen in Rollen s geführt, läuft, wie Fig. 372 zeigt, eine Leine, welche die sämtlichen Bremsapparate eines Zugs miteinander verbindet und bis zu einem auf der Lokomotive oder im Gepäckwagen angebrachten Haspel reicht, mittels welchem die Leine angespannt oder nachgelassen werden kann. Durch Nachlassen der Leine werden die Bremsapparate in Thätigkeit gesetzt; durch Anspannen derselben kommen die Friktionsrollen zunächst außer Berührung, das Weiteranspannen löst die B. Während der Fahrt ist die Bremsleine leicht gespannt und sind dadurch alle Bremsapparate außer Wirkung gehalten. Wenn gebremst werden soll, so wird am Haspel der Sperrkegel ausgehoben, die gespannte Leine rollt ab und werden die Bremsgestänge, bezw. die Bremsklötze in der vorher beschriebenen Weise angezogen. Soll die B. geöffnet werden, so wird die Bremsleine ganz angespannt, das Gewicht p in die Höhe gehoben und die Reibungskuppelung im Bremscylinder auseinandergezogen; die Bremskette E rollt ab und die B. ist geöffnet.

Soll wenig Bremskraft erzeugt werden, so dürfen die Friktionsrollen b und a nur ganz kurze Zeit in Kontakt bleiben.

Im allgemeinen ist zu den vorbeschriebenen Friktionsbremsen Folgendes zu bemerken:

1. Die Bedienung dieser B. erfordert vom Bremspersonal große Geschicklichkeit, um ein ruhiges, stoßfreies Bremsen zu erzielen. Durch Summierung der Reibungswiderstände in der Bremsleitung wird bei raschem Ablaufen der Bremsleine von dem Haspel leicht ein ungleichmäßiges Bremsen der einzelnen Fahrzeuge eintreten.

2. Die Regelung der Geschwindigkeit in längeren Gefällsstrecken ist schwer zu erzielen und kommen bei andauernder Bremswirkung leicht einzelne Räder zum Schleifen. (Dieser Übelstand soll bei der Schmid'schen Schraubenbremse durch die selbstthätige Ausrückvorrichtung vermieden werden.)

3. Die Wirkung der B. ist von der Beschaffenheit der aufeinandergleitenden Flächen der Friktionsscheiben abhängig, worüber das Bremspersonal nicht fortwährend unterrichtet sein kann.

Insbesondere kann die Funktionierung dieser B. durch Eis und Schnee beeinträchtigt werden.

4. Bei längeren Zügen (über 5—6 Wagen) muß verzichtet werden, diese B. als kontinuierliche B. zu gebrauchen, da dann die Bedienung derselben infolge der wachsenden Reibung der Leinen auf den Führungen Schwierigkeiten verursacht.

In solchen Fällen erscheint es zweckmäßiger, diese B. als Gruppenbremsen zu verwenden, wobei eine Wagengruppe von der Maschine und eine zweite Gruppe vom letzten Wagen bedient wird.

5. Diese B. treten nur in Funktion, wenn die Fahrzeuge in Bewegung sind.

Bei den elektrischen B. dieser Gruppe wird das Anlassen und Abstellen des Bremsmotors nicht mit Hilfe einer Zugleine, wie bei den B. von Heberlein und Schmid, sondern mit Hilfe einer elektrischen Leitung bewirkt.

Die ersten Versuche, Bremswirkungen mit Hilfe des elektrischen Stroms zu erzielen, wurden von Amberger im Jahr 1853 ausgeführt.

Im Jahr 1865 konstruierte Achard eine B., deren Wirkung auf elektrischem Weg veranlaßt wurde und bei welcher die Übertragung der lebendigen Kraft des Zugs auf die B. durch Friktionsscheiben erfolgte.

Eine Achard'sche B. verbesserter Konstruktion wird auf der französischen Ostbahn und der französischen Staatsbahn seit längerer Zeit probeweise angewendet. Die Einrichtung dieser B. ist folgende: In der Nähe der Wagenachsen sind in Zapfen drehbare Elektromagnete mit scheibenartig ausgebildeten Polen am Wagenuntergestell pendelartig aufgehängt. Sobald der von einer auf der Lokomotive befindlichen Dynamomaschine gelieferte elektrische Strom, welcher durch eine elektrische Leitung den Elektromagneten zugeführt wird, cirkuliert, werden die Polscheiben gegen die Wagenachsen gepreßt und hierdurch in Umdrehung versetzt. Dadurch wird eine Kette, welche mit einem Ende mit dem Bremsgestänge verbunden ist, aufgewickelt, bezw. angespannt und so das Anziehen der B. bewirkt. Die Stärke des elektrischen Stroms und damit die Größe der Bremswirkung kann durch Steigerung oder Verminderung der Umlaufzahl der Dampfmaschine, von welcher aus der Antrieb der Dynamomaschine erfolgt, reguliert werden. Nach den vorliegenden Berichten hat sich die B. gut bewährt. Vergleichende Versuche, welche mit dieser B. und anderen durchgehenden B. (Westinghouse, Wenger, Hardy) angestellt wurden,

haben in betreff der Schnelligkeit der Wirkung, sowohl rücksichtlich des Anziehens als des Lösens der B., zu Gunsten der elektrischen B. entschieden. Neuerer Zeit wurde von Achard eine Einrichtung entworfen, durch welche seiner B. eine selbstthätige Wirkung verliehen werden soll. Diese Einrichtung ist kompliziert und ist derzeit nicht bekannt, ob dieselbe praktische Verwendung gefunden hat.

V. Schaltwerksbremsen. Bei dieser Gattung B. wird ebenso wie bei den Friktionsbremsen die lebendige Kraft des Zugs für das Bremsen desselben ausgenutzt, und unterscheiden sie sich von den letzteren dadurch, daß die Kraftübertragung nicht durch Friktionsscheiben, sondern durch ein Schaltwerk erfolgt.

Auf der Chicago-Burlington-Quincy-Eisenbahn wurden im Jahr 1886 vergleichende Versuche mit verschiedenen durchgehenden B. ausgeführt, wobei auch eine von Park konstruierte elektrische Schaltwerksbremse erprobt wurde, welche die nachstehend beschriebene Einrichtung hatte.

Am Wagengestell ist eine gußeiserne Trommel aufgehangen, vermittels welcher eine mit dem Bremsgestänge in Verbindung stehende Kette aufgewunden werden kann. Eine Sperrklinke, welche durch einen auf der Wagenachse befestigten Excenter bewegt wird, kann mit einer seitlich an der Trommel angebrachten Zahnung zum Eingriff gebracht werden. Den elektrischen Strom liefert je nach Bedarf eine auf der Lokomotive befindliche Dynamomaschine, deren Antrieb von einer ebendort aufgestellten, kleinen Dampfmaschine aus erfolgt, und wird derselbe je nach der Stellung eines durch den Lokomotivführer bedienten Kommutators auf zwei verschiedenen Wegen längs des ganzen Zugs bis zum letzten Bremswagen geleitet, aber immer durch die dritte Leitung zur Dynamomaschine zurückgeleitet.

Ein Kabel, welches von der Lokomotive aus längs des ganzen Zugs nach rückwärts läuft und von Wagen zu Wagen durch eigene Kuppelungen verbunden ist, enthält die drei erforderlichen Elektricitätsleitungen.

Durchläuft der elektrische Strom den ersten und dritten Draht, so fällt die Sperrklinke in die Zahnung ein und die Kette wird aufgewunden, da der Rückgang der Trommel durch eine zweite Sperrklinke gehindert ist.

Bei der Unterbrechung des Stroms kommt die erste Sperrklinke wieder außer Eingriff, und die zweite Klinke erhält die Trommel in der erlangten Stellung, so daß die B. angezogen bleibt. Läßt der Lokomotivführer dann den Strom die zweite und dritte Leitung durchlaufen, so wird auch die zweite Klinke ausgehoben und die B. öffnet sich, indem die Kette von der Trommel abläuft.

Die damaligen Versuche ergaben, daß bei Zügen mit lose gekuppelten Wagen nur mit der Park'schen B. das mit heftigen Stößen verbundene, sogenannte Auflaufen der Wagen vermieden wurde, indem mit dieser B. die Bremswirkung bei allen Wagen gleichzeitig erzielt wurde.

VI. Bei den Bufferbremsen wird ebenfalls die lebendige Kraft des Zugs für den Bremszweck ausgenutzt. Wird bei einem in Vorwärtsbewegung befindlichen Zug nur ein an der Zugspitze befindliches Fahrzeug (Tender, Lokomotive) gebremst, so werden die Buffer der nachfolgenden Fahrzeuge mit einer gewissen Kraft aneinandergepreßt.

Bei einer entsprechenden Verbindung der Buffer mit dem Bremsgestänge der Wagen hat das Zusammendrücken der Buffer das Bremsen der Wagen zur Folge.

Nachdem schon vorher von Burnett und von Stephenson solche Bremskonstruktionen ausgeführt wurden, kam im Jahr 1853 eine von Riener konstruierte Bufferbremse auf der Semmeringbahn versuchsweise zur Verwendung.

Es haben sich hierbei jedoch verschiedene Nachteile ergeben. Die Wirkung der B. war zwar kräftig, sie machte sich aber durch den ganzen Zug nicht gleichmäßig geltend; sondern war bei den vorderen Wagen stärker, als bei den rückwärtigen. Bei einem kräftigeren Anziehen der Tenderbremse erfolgte das Feststellen und damit das Schleifen der Wagenräder und war der Lokomotivführer häufig genötigt, bei der Thalfahrt Dampf zu geben, um den Zug wieder ins Rollen zu bringen. Auch beim Rangieren der Züge ergaben sich mannigfache Anstände. Nach diesen ungünstigen Erfahrungen wurde sehr bald von einer weiteren Verwendung dieser B. abgestanden.

Eine von Guérin konstruierte Bufferbremse, welche derart eingerichtet war, daß bei dem Überschreiten einer gewissen Normalgeschwindigkeit das Bremsen selbstthätig erfolgte, und welche ferner auch das Rangieren anstandslos gestattete, wurde nach einem Probejahr auf französischen Bahnen eingeführt.

Die Railroad Gazette (Jahrgang 1885, Juli) berichtet über Versuche, welche mit der Bufferbremse der American Brake-Gesellschaft (St. Louis) durchgeführt wurden. Bei dieser B. sind Centrifugalregulatoren mit den Wagenachsen in Verbindung gebracht, welche zur Vermeidung der Anstände beim Rangieren das Anziehen der B. infolge Eindrückens der Buffer erst bei Geschwindigkeiten über 2,7 m pro Sekunde zulassen.

Eine von Bode konstruierte Bufferbremse, bei welcher die Verbindung der Buffer mit dem Bremsgestänge durch Drehung eines Hebels ausgeschaltet werden kann, wird in der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure (Jahrgang 1886) beschrieben. Diese B. wurde versuchsweise von der Compagnia Generale dei Tramways a Vapore in Turin angewendet, worauf der Gesellschaft vom Ministerium gestattet wurde, mit der Bode'schen B. ausgerüstete Züge von fünf Wagen mit 22 km pro Stunde, Züge mit sieben Wagen mit 16 km pro Stunde verkehren zu lassen.

In der Railroad Gazette vom 23. März 1887 wird ebenfalls über eine Bufferbremse, die sogenannte Manomatikbremse berichtet. Bei dieser Konstruktion soll auch die automatische Wirkung der B. bei Zugstrennungen eintreten. Zur Vermeidung des unbeabsichtigten Bremsens beim Verschieben ist eine selbstthätige Sperrvorrichtung angebracht. Es dürfte jedoch auch diese B. von den hauptsächlichsten Mängeln der Bufferbremsen nicht frei sein.

VII. Luftdruckbremsen, das sind B., bei welchen der Bremsmotor durch gepreßte Luft in Bewegung gesetzt wird.

Bei allen dermalen in Verwendung befindlichen Systemen von Luftdruckbremsen befindet

sich auf der Lokomotive eine mit Dampf betriebene Luftpumpe, ein Reservoir zum Ansammeln der gepreßten Luft und ein Bremsventil, welches die den ganzen Zug entlang führende Hauptrohrleitung entweder mit dem Reservoir oder mit der äußeren Luft in Verbindung setzt.

Zur Verbindung der Leitungsrohre der Fahrzeuge untereinander dienen biegsame Schläuche mit lösbaren Kuppelungen.

Von der Hauptleitung führt unter jedem bremsbaren Fahrzeug eine Abzweigung zu dem an demselben angebrachten Bremsmotor, zumeist ein Cylinder mit Kolben. Die Kolben, welche mit dem Bremsgestänge verbunden sind, vermitteln durch den auf sie ausgeübten Luftdruck das Anziehen der B.

Die Luftdruckbremsen werden mit Rücksicht auf ihre Wirkungsweise in direkt wirkende und in selbstthätig wirkende unterschieden.

Bei den direkt wirkenden Luftdruckbremsen sind während der Fahrt und in ungebremstem Zustand Hauptleitung und Bremscylinder mit der äußeren Luft in Verbindung; soll gebremst werden, so wird diese Verbindung vom Lokomotivführer mittels des Bremsventils aufgehoben, dagegen das Reservoir der Lokomotive mit der Hauptleitung in Verbindung gesetzt; hierdurch strömt den Bremsapparaten gepreßte Luft zu und es wird das Anziehen der Bremsen bewirkt. Das Lösen der B. geschieht durch Absperrung des Luftreservoirs und Verbindung der Hauptleitung mit der äußeren Luft.

Nach diesem Princip war die Kendall'sche Bremse ausgeführt, welche Ende der Sechzigerjahre auf englischen Bahnen zur Anwendung gelangte.

Bei dieser B. ist der mit Manometer und Sicherheitsventil ausgerüstete Luftbehälter, welchen drei einfach wirkende Pumpen mit komprimierter Luft speisen, nicht auf der Lokomotive, sondern auf einem besonderen Wagen angebracht.

Am Untergestell jedes Bremswagens ist ein gußeiserner Cylinder befestigt, welcher zwei Kolben besitzt, deren jeder mit dem zu einer Achse gehörigen Bremsgestänge verbunden ist. Bei offener B. befinden sich die Kolben im mittleren Cylinderteil, in welchen ein Abzweigrohr der Hauptluftleitung mündet. Bei offener B. ist die Verbindung des Luftbehälters mit der unter dem Zug fortgeführten Hauptrohrleitung (Luftleitung) durch einen Dreiweghahn abgesperrt und kommunizieren bei dieser Hahnstellung Rohrleitung und Bremscylinder mit der Außenluft.

Durch entsprechende Drehung des Bremshahns wird die Hauptluftleitung von der Außenluft abgesperrt und mit dem Luftbehälter in Verbindung gesetzt; die komprimierte Luft strömt sodann durch die Rohrleitungen in die Cylinder, treibt die Kolben auseinander, und bewirkt auf diese Weise das Anziehen der Bremsklötze.

Hierbei läßt sich eine beliebige Regelung des auf die Klötze ausgeübten Drucks von 0 bis zu dem Maximaldruck sehr leicht erzielen und kann die jeweilige Luftpressung auf einem in die Hauptrohrleitung eingeschalteten Manometer abgelesen werden.

Bei diesem Bremssystem muß bei jedesmaliger Anwendung der B. eine große Luftmenge die Hauptleitung durchströmen, wodurch der Eintritt der Bremswirkung verzögert wird. Dieser Übelstand, welcher allen direkt wirkenden Luftdruckbremsen anhaftet, war die Ursache, daß dieses System fast ganz verlassen wurde.

Bei den selbstthätig wirkenden Luftdruckbremsen ist die zum Bremsen nötige Kraft an jedem bremsbaren Fahrzeug aufgespeichert und gelangt dieselbe bei der Bremsung nur zur Auslösung; hierdurch wird eine raschere Wirkung gegenüber den direkt wirkenden Luftdruckbremsen erzielt.

Bei den selbstthätig wirkenden Luftdruckbremsen kommt als wesentlicher Bestandteil an jedem bremsbaren Fahrzeug zu dem Bremscylinder noch ein Reservoir, das Hilfsreservoir, hinzu; bei einigen Konstruktionen außerdem noch ein Funktionsventil.

Bei der Fahrt mit offener B. ist das Hauptreservoir in Verbindung mit der Hauptleitung; in dieser und den Hilfsbehältern, sowie bei gewisser Konstruktion auch in den Bremscylindern vor und hinter den Kolben befindet sich dann Preßluft von einer bestimmten Spannung. Wird nun die Spannung der Luft in der Hauptleitung vermindert, sei es durch Anwendung des Bremsventils, sei es durch zufälliges oder beabsichtigtes Herstellen einer Verbindung mit der Außenluft an irgend einer Stelle der Hauptleitung, so werden dadurch die B. bethätigt.

Das Lösen der B. geschieht durch Wiederherstellung eines entsprechenden Drucks in der Hauptleitung.

Bei diesen Bremssystemen wird immer die Einrichtung getroffen, daß das Lösen und Anziehen der B. nicht nur von der Lokomotive, sondern auch von jedem Wagen des Zugs aus erfolgen kann.

Die verbreitetsten Systeme von selbstthätigen Luftdruckbremsen sind die gewöhnliche Westinghouse-Bremse, die gewöhnliche Carpenter-Bremse, die Schleifer-Bremse und die Wenger-Bremse; die Steel'sche B. ist nur mehr vereinzelt in Anwendung.

Die Einrichtungen der Bremsapparate an Bremsfahrzeugen für die erstgenannten vier Systeme sind in den Fig. 375 bis 378 dargestellt.

Bei der Konstruktion von Westinghouse (Fig. 375) sind Bremscylinder und Hilfsreservoir vollständig getrennt; während der Fahrt ist nur in der Hauptleitung und dem Hilfsreservoir gepreßte Luft und strömt diese erst bei Gebrauch der B. in die Bremscylinder über.

Dagegen entspricht die Konstruktion der Bremsapparate von Carpenter (Fig. 376), Schleifer (Fig. 377) und Wenger (Fig. 378) dem sogenannten Zweikammersystem.

Bei dieser Gattung B. wird das Hilfsreservoir durch eine Verlängerung *h* des Bremscylinders auf der Seite vor dem Kolben gebildet und befindet sich bei offener B. gepreßte Luft von gleicher Spannung in der Hauptleitung und auf beiden Seiten des Kolbens; zum Anziehen der B. ist es erforderlich, hinter dem Kolben eine Druckverminderung zu erzeugen, wodurch die im Hilfsreservoir hinter dem Kolben eingeschlossene Luft den nötigen Bremsdruck abgiebt.

Die Absperrhähne *s* dienen zum Ausschalten der einzelnen Bremsapparate, die Auslaß-

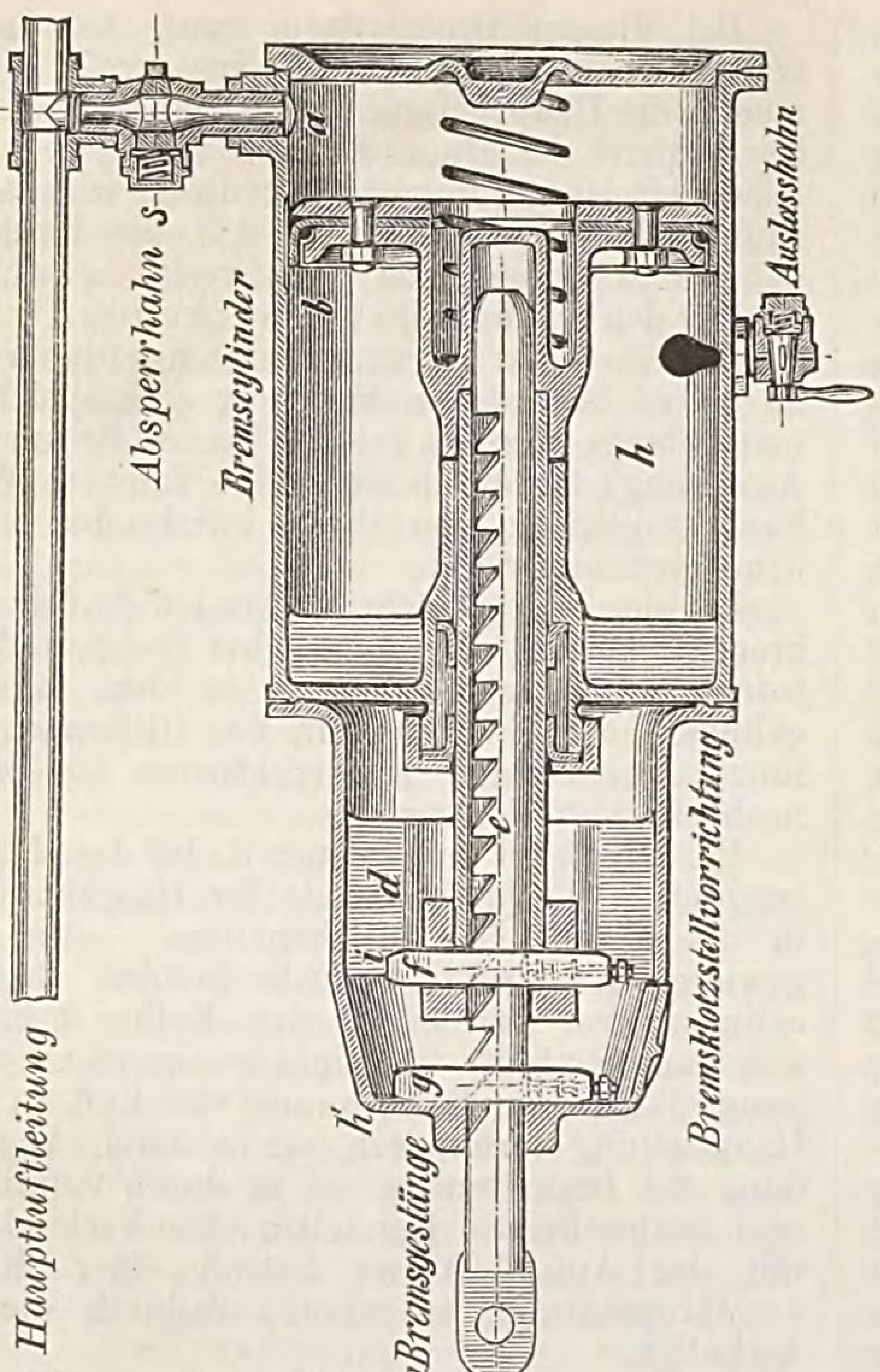


Fig. 376.

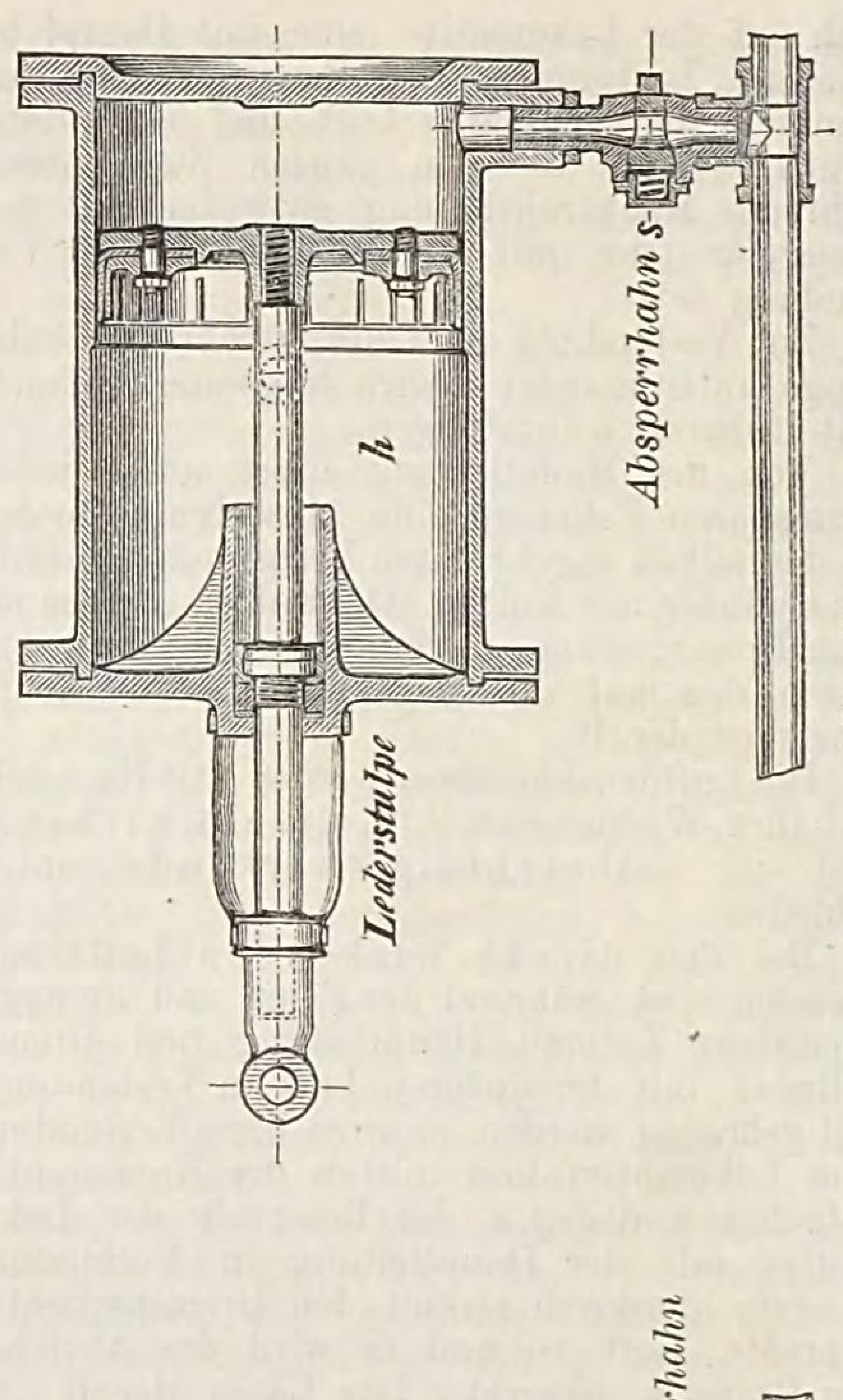


Fig. 377.

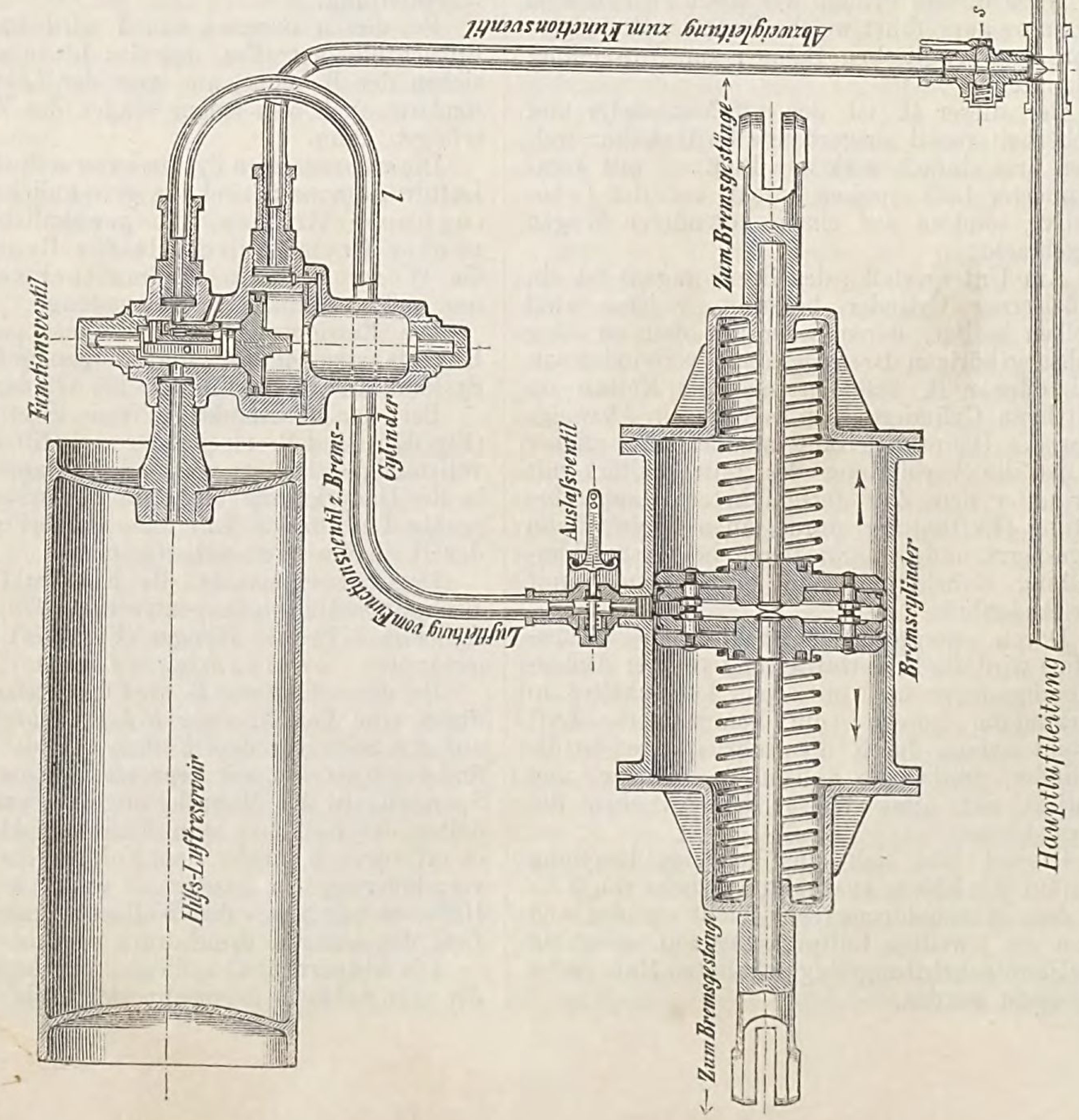


Fig. 375.

hähne zum Bremsen des ganzen Zugs von jedem Fahrzeug aus und bei abgeschlossenen Absperrhähnen zum Auslassen der komprimierten Luft aus jedem einzelnen Bremsapparat.

Westinghouse und Wenger verwenden Funktionsventile, hingegen fehlen solche bei den Konstruktionen von Carpenter und Schleifer.

Bei den erstgenannten vier Systemen wird während der Fahrt im Hauptreservoir auf der Lokomotive die Luftpressung von circa sechs Atmosphären und in den Hauptleitungen und Hilfsreservoirs, bezw. auch in den Bremscylindern, eine Spannung von ungefähr vier Atmosphären gehalten.

Die Regelung des Bremsdrucks erfolgt durch die mehr oder weniger starke Druckverminderung in der Hauptleitung.

Jeder Herabminderung der Spannung in der Hauptleitung entspricht eine durch die Konstruktionsverhältnisse der B. bedingte Größe des Bremsdrucks.

Es sollen nun die besonderen Einrichtungen der genannten Luftdruckbremsen näher erläutert werden.

Gewöhnliche Westinghouse-B. Die Fig. 379 *a*, 379 *b*, 379 *c*, 379 *d* zeigen das

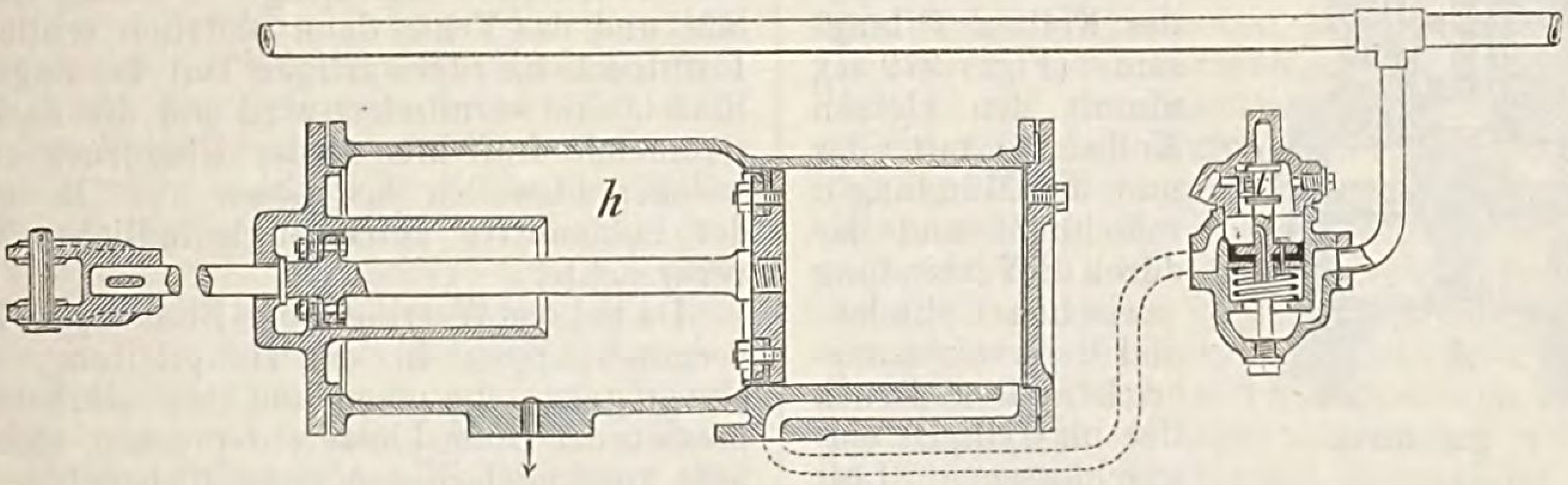


Fig. 378.

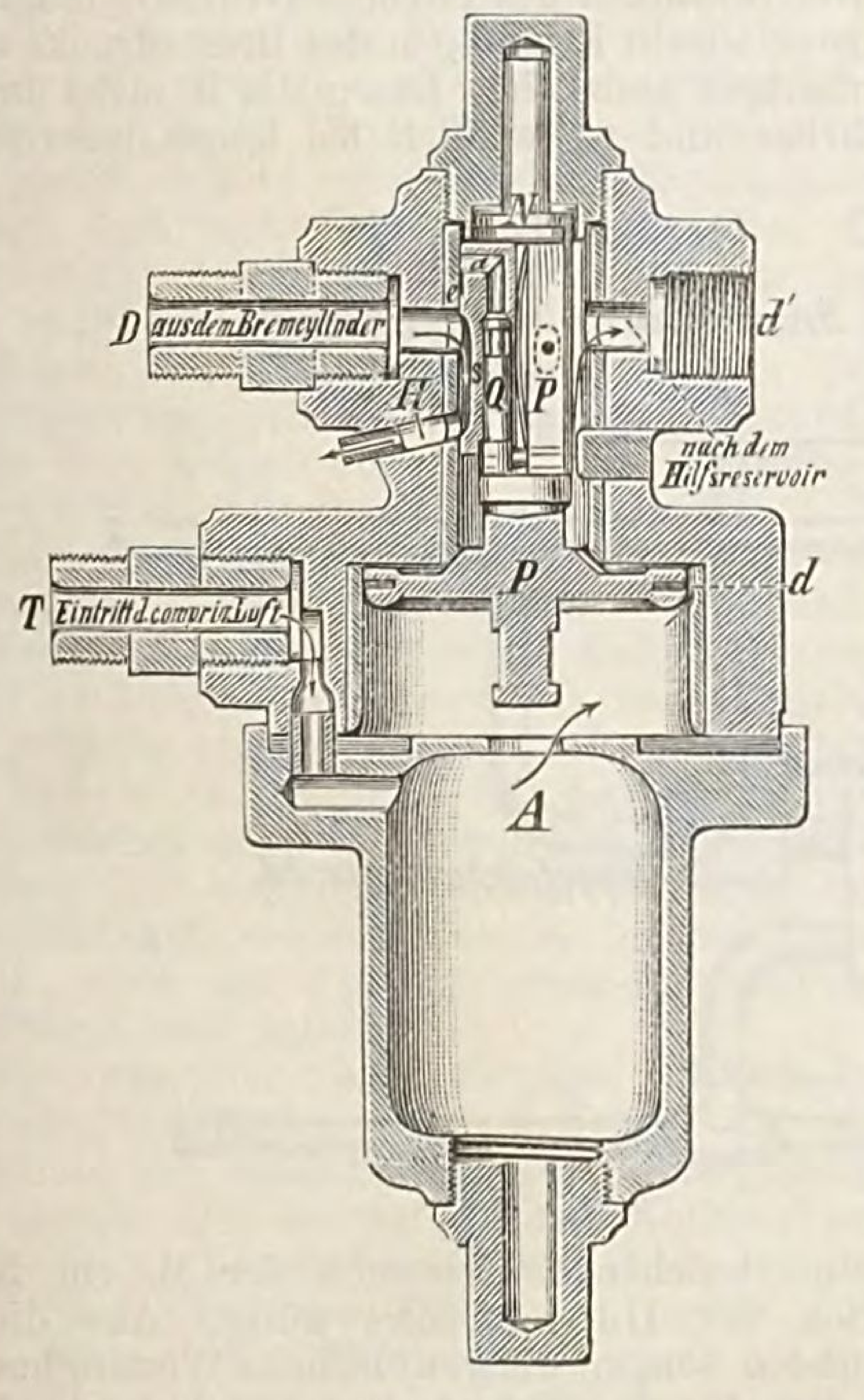


Fig. 379 *a*.

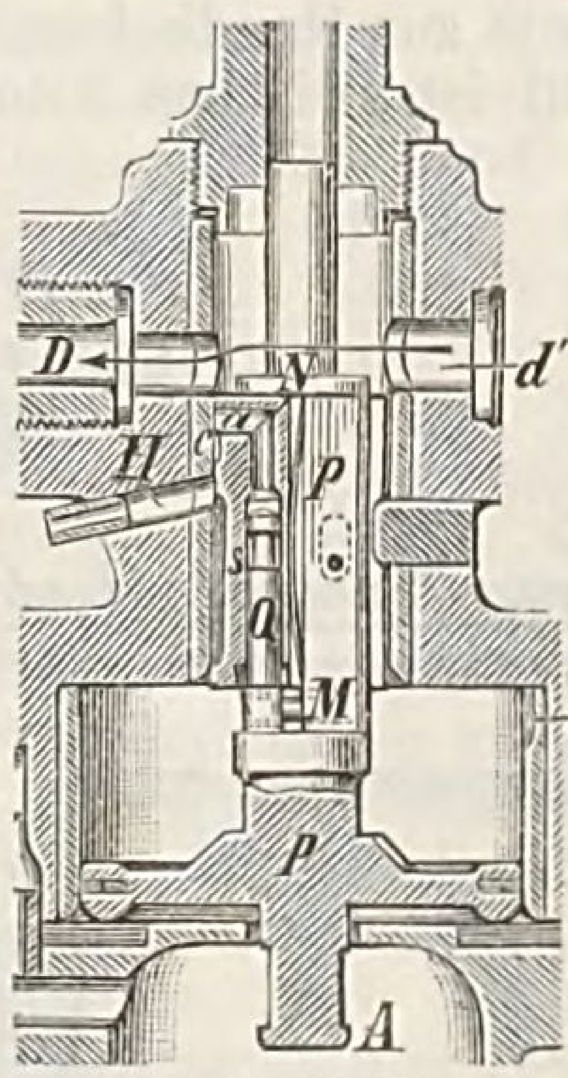


Fig. 379 *b*.

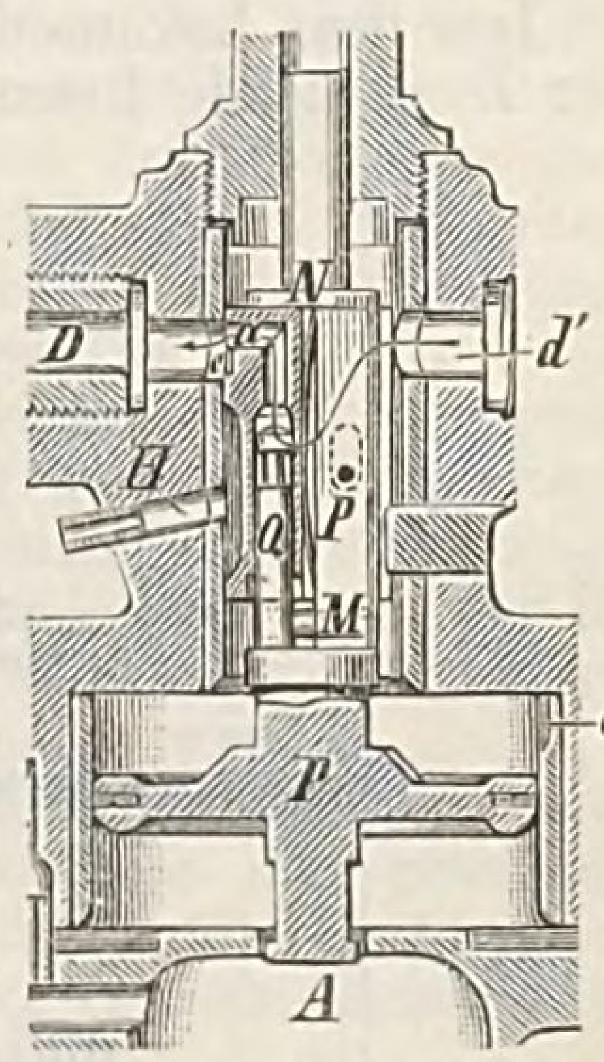


Fig. 379 *c*.

Funktionsventil dieser B. in den verschiedenen Stellungen seiner beweglichen Teile dargestellt.

1. Lösung der B. (Fig. 379 *a*).

Die komprimierte Luft tritt aus der Hauptrohrleitung bei *T* ein, hebt den Kolben *P*, geht durch die Aushöhlung *d* und den Kanal d^1 in das Hilfsreservoir, welches sich bis zu dem in der Hauptrohrleitung vorhandenen Druck mit Luft füllt; gleichzeitig stellt das Schieberventil *S*, welches durch den Kolben *P* mitgenommen wird, die Verbindung zwischen Bremscylinder (Kanal *D*) und Atmosphäre (Ausströmung *H*) her, wonach die Federn die Kolben im Bremscylinder zurückschieben.

2. Volle Anwendung der B. (Fig. 379 *b*).

Man läßt Luft aus der Hauptrohrleitung und hiermit zugleich aus dem unteren Teil *A* des Funktionsventils entweichen; da infolgedessen der Druck über dem Kolben stärker ist, so sinkt der Kolben und schließt die Aushöhlung *d*, während das gleichzeitig niedergehende Schieberventil *S* die Verbindung zwischen Bremscylinder und äußerer Luft unterbricht. Hierbei wird die Mündung des Rohrs *D* frei und die Verbindung zwischen Reservoir und Cylinder hergestellt, so daß die komprimierte Luft auf die Kolben des Bremscylinders drückt und die B. anzieht.

3. Stufenweise Anwendung der B. (Fig. 379 *c* und 379 *d*).

Wenn man nur einen mäßigen Bremsdruck erzielen will, so läßt man nicht die ganze Luft aus der Hauptrohrleitung entweichen. Sobald Druckverminderung in dem unteren Teil *A* des Funktionsventils eintritt, beginnt der Kolben *P* langsam zu sinken (Fig. 379 *c*), wobei er vermittels des Riegels *M* den Kolben *Q* mitnimmt und hierdurch die Mündung des Kanals *a* freilegt, während durch die Kolbenscheibe *N* das

Schieberventil S mitgezogen und die Verbindung zwischen Cylinder und Atmosphäre unterbrochen wird. Die komprimierte Luft des Reservoirs umspielt nun die Stange des kleinen Kolbens Q und tritt durch die Mündung a in den Cylinder ein, wo sie sich ausdehnt und dadurch an Druck verliert. Sobald derselbe um etwas geringer geworden ist, als der Luftdruck in dem Raum A, steigt der Kolben P langsam (Fig. 379 d), nimmt den kleinen Kolben Q mit, der nun die Mündung a verschließt und dadurch die Verbindung zwischen Cylinder und Reservoir unterbricht. Der Druck der im Cylinder eingeschlossenen Luft und folglich das Bremsen selbst kann also durch Änderung des Luftdrucks in der Hauptrohrleitung reguliert werden.

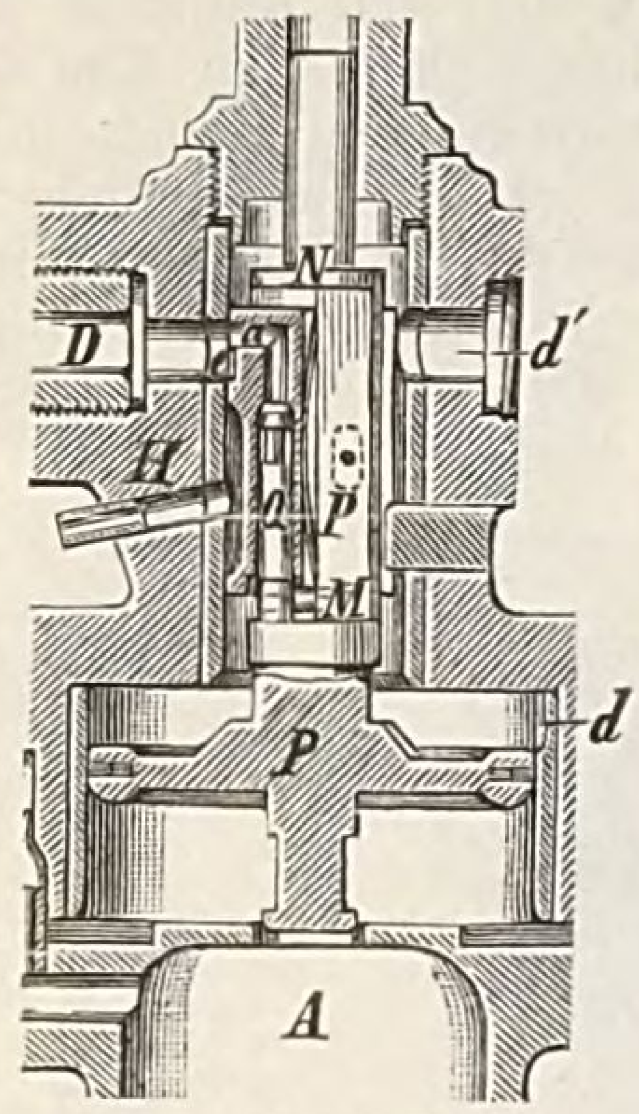


Fig. 379 *d*.

Das dem Lokomotivführer zur Handhabung der B. dienende Bremsventil ist zwischen dem Hauptreservoir der Lokomotive und der Hauptleitung eingeschaltet; es steht mit einem Manometer in Verbindung, an welchem die in der Hauptleitung herrschende Luftpressung abgelesen werden kann. Das Bremsventil enthält einen Drehschieber, der durch einen Handgriff in die verschiedenen Stellungen gebracht wird, und kommen drei Hauptstellungen des Handgriffs in Betracht:

Erste Stellung: Für das Füllen der Hilfsreservoirs mit Luft und für das Lösen der B.; zweite Stellung: für das Speisen während der Fahrt und dritte Stellung: für das Anziehen der B. Für mäßiges Anziehen der B. werden dem Handgriff Zwischenstellungen gegeben.

Bei der neuesten Konstruktion des Westinghouse-Bremsventils ist eine Ausgleichvorrichtung angebracht, welche bezweckt, daß der Lokomotivführer die für die beabsichtigte Bremsung erforderliche Druckverminderung nur in einem mit dem Bremsventil in Verbindung stehenden Luftbehälter zu erzeugen braucht, welche Druckverminderung sich sodann mittels eines Ausgleichventils selbstthätig auf die Hauptleitung überträgt.

Hierdurch ist der Übelstand beseitigt, der bei Verwendung der älteren Konstruktionen des Bremsventils, namentlich beim Bremsen langer Züge auftritt, daß (falls der Lokomotivführer beim Anziehen der B. statt die Luft allmählich aus dem Leitungsrohr entweichen zu lassen, eine bedeutende Luftmenge in kurzer Zeit ausläßt und das Ventil dann plötzlich schließt) der Luftdruck im rückwärtigen Teil des Zugs nicht hinreichend vermindert wird und die nach vorn strömende Luft hier wieder Überdruck erzeugt, welcher bisweilen das Lösen der B. an den der Lokomotive zunächst befindlichen Wagen verursachte.

Da bei der Westinghouse-Bremse jene Druckverminderungen in der Hauptleitung, welche einem ganz schwachen und dem stärksten Anpressen der Bremsklötze entsprechen, nicht sehr weit auseinanderliegen, so ist die beliebige Regelung des Bremsdrucks nur bei großer Übung und Aufmerksamkeit des Lokomotivführers möglich; ebenso ist ein Ermäßigen des Bremsdrucks ohne vorheriges gänzliches Lösen der B. nicht durchführbar und ist endlich bei lange dauerndem, ununterbrochenem Gebrauch der B. ein Neufüllen der Hilfsreservoirs nötig. Aus diesen Gründen scheint die gewöhnliche Westinghouse-Bremse für den Gebrauch auf Gebirgsstrecken, wo die Gefälle eine ununterbrochene und wechselnde Bremswirkung erfordern, minder geeignet, trotzdem sie auch hier in den Fällen, wo von ihrer Maximalwirkung Gebrauch gemacht werden soll, oder wo sie selbstthätig zur Wirkung gelangt, Vorzüge bietet.

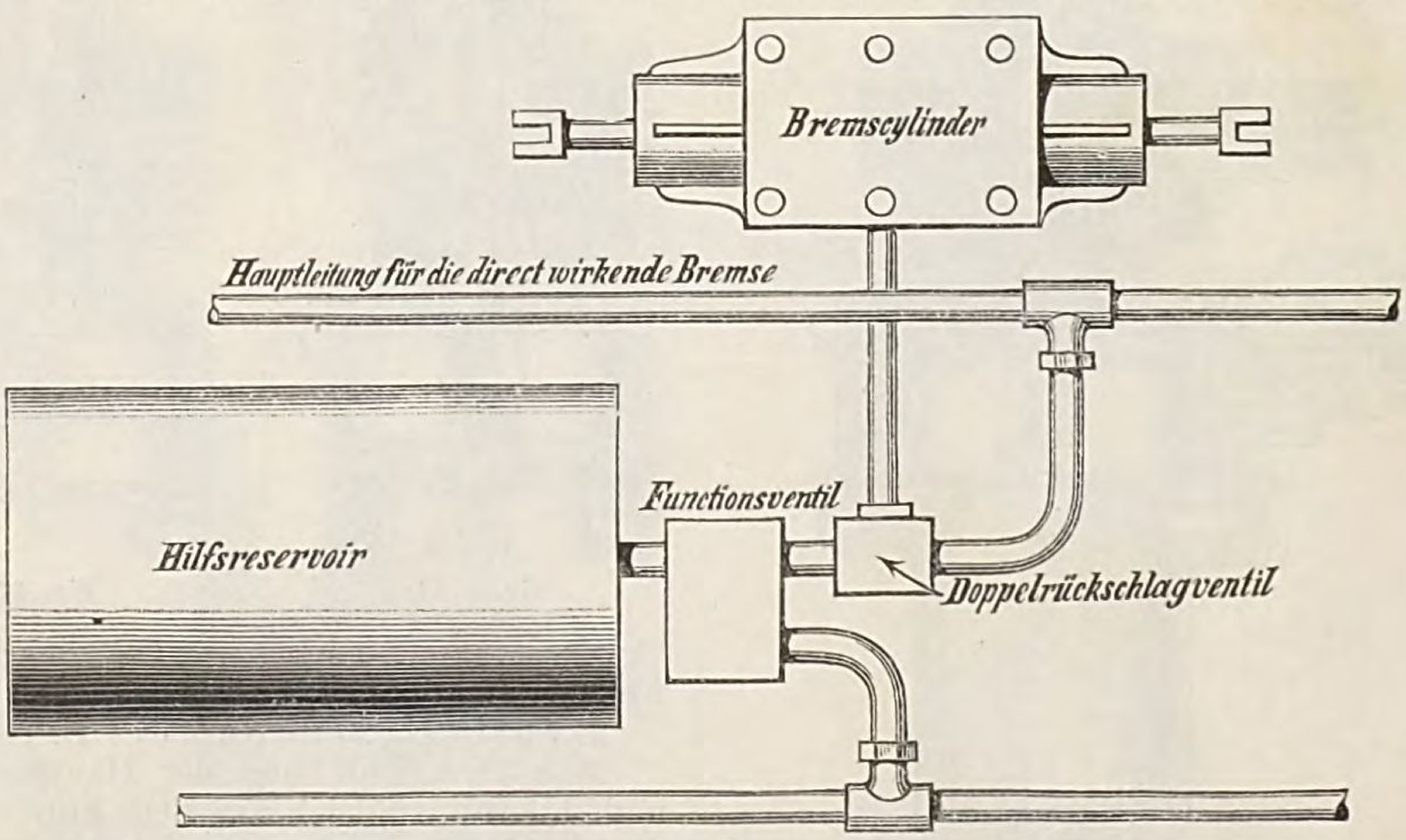


Fig. 380.

Die erwähnten Mängel veranlaßten auf einzelnen Bahnen die Einführung der Westinghouse-Doppelbremse (Westinghouse-Henry).

Die Einrichtung derselben ist in Fig. 380 in schematischer Weise dargestellt und besteht aus zwei miteinander verbundenen Bremsen, und zwar der automatischen und der direkt wirkenden oder nichtautomatischen Westinghouse-Bremse.

Jede der beiden B. besitzt ein eigenes Hauptleitungsrohr, dagegen dient für beide der gleiche Bremscylinder. Es ist dies durch Anbringung eines besonderen, die beiden Systeme verbindenden Doppelrückschlagventils ermöglicht, welches beim Anziehen der einen B. die Hauptleitung der andern abschließt. Jedes Hauptleitungsrohr ist mit einem Bremsventil versehen.

Die direkt wirkende B. wird beim langsamen Anhalten und zur Regelung der Geschwindigkeit auf Gefällen verwendet; in den übrigen Fällen gelangt die automatische B. zur Anwendung.

Bei der gewöhnlichen Carpenter-Bremse tritt die komprimierte Luft an dem rechten Ende des Cylinders bei *a* (Fig. 376) hinter dem Kolben ein und treibt denselben so lange nach vorne, bis derselbe die in der Zeichnung fixierte Stellung erreicht hat. Durch eine kleine Nut *b* an dem Cylinderkörper von circa 1 mm² Querschnitt ist eine Verbindung mit dem vorderen Teil des Cylinders hergestellt, so daß die komprimierte Luft auch vor den Kolben treten kann und auf beiden Seiten des Kolbens gleiche Pressung entsteht. Bei Anlegung der B. muß die komprimierte Luft hinter dem Kolben durch das Bremsventil entweichen, während die vor dem Kolben befindliche gepreßte Luft nicht mit gleicher Geschwindigkeit durch die kleine Nut nachfolgen kann; es wird durch den so entstehenden Überdruck der Kolben nach rückwärts getrieben, hierbei die Verbindung durch die Nut aufgehoben und nach weiterem Rückgang des Kolbens die B. angezogen. Zur Lösung der B. wird von dem Hauptreservoir frischer Druck dem Cylinder hinter dem Kolben zugeführt, um diesen nach seiner früheren Stellung vorzudrücken.

Es ist hiernach ersichtlich, daß (da die Bremskraft durch Hervorrufen von Druckdifferenz auf beiden Seiten des Kolbens erzeugt wird) der Lokomotivführer die B. nach Belieben mit größerer oder geringerer Kraft anlegen kann und daß er in der Lage ist, den Bremsdruck zu verstärken oder zu vermindern, ohne die B. zu lösen. Die eingesetzte Spiralfeder dient zum Zurückdrücken des Kolbens, d. h. zum Lösen der B., wenn der Apparat gänzlich von komprimierter Luft entleert ist.

Die von der Kolbenstange verursachte Querschnittsdifferenz hat zur Folge, daß der Kolben in der gezeichneten Lage, trotz gleichen specifischen Drucks auf beiden Kolbenseiten, durch den Luftdruck verschoben wird, und daß im letzten Teil des Hubs von rechts nach links, die von dem Reservoirteil durch die Nut übertretende Luft zum Lösen der B. wesentlich mit beiträgt.

Carpenter hat überdies eine automatisch wirkende Nachstellvorrichtung für Bremsklötze angewendet; dieselbe besteht aus zwei Platten *g* und *f*, welche auf der Zahnstange reiten und ist *g* eine einfache gußeiserne Scheibe, welche vermöge ihres Eigengewichts, bezw. vermittels einer Feder in die Zahnlücken der Zahnstange gedrückt wird, während *f* einen in die Kolbenrohrmutter *d* eingesetzten Schieber bildet, der durch eine Spiralfeder in den Zahnlücken festgehalten wird. Das Spiel ist folgendes: Beim Zurückgang des Kolbens werden zunächst beide Platten mitgenommen. Ist der Abstand der Bremsklötze ein normaler, so entspricht der von *g* zwischen den Wänden h_1 und *i* zurückgelegte Weg dem Normalhube des Kolbens und kommt die Nachstellvorrichtung nicht in Thätigkeit. Ist dagegen der Abstand der Klötze ein größerer, so macht der Kolben einen größeren Hub, während die Platte *g* gegen *i* stößt und zurückgehalten wird. Durch das Weitergehen der Zahnstange wird die Platte gehoben und beträgt der Hub bereits 25 mm, so fällt die Platte in den nächsten Zahn ein. Beim Rückgange stößt die Platte *g* gegen *h* an und verhindert die Zahnstange weiter herauszugehen, wogegen der Kolben bis zum Anstoßen an die verlängerte Stopfbüchse vorgeschoben wird, den Überschuß von 25 mm mehr zurücklegt und dadurch die Platte *f* auf der Zahnstange um einen Zahn weiterdrückt. Die Platte *g* bewirkt die Nachstellung der Bremsgestänge und der Bremsklötze, während die Platte *f* den Kolben nachstellt und die Verbindung zwischen demselben und der Zahnstange in seiner jeweiligen Lage vermittelt. Dieser Vorgang wiederholt sich, so oft die Bremsklötze um 3 bis 5 mm abgeschliffen werden und tritt die Zahnstange immer weiter in das Kolbenrohr ein, bis die Bremsklötze gänzlich abgenutzt sind. Behufs Auswechslung der Bremsklötze dreht man die Zahnstange um 90°, wodurch die Platten *g* und *f* außer Eingriff kommen, so daß dieselben auf der glatten Seite der Stange reiten und letztere beliebig herausgezogen werden kann. Durch Zurückdrehen der Stangen kommen die Platten an passender Stelle zum Eingriff und ist so die Vorrichtung wieder betriebsfähig hergestellt.

Diese Art der Nachstellung ist übrigens kein unbedingtes Erfordernis der Carpenter-Bremse. Dieselbe wird manchmal auch weggelassen, da sich Fälle von Versagungen der B. ereignet haben, welche der Wirkung dieser Nachstellvorrichtung zugeschrieben wurden.

Schleifer-Bremse. Die Wirkungsweise dieser B. ist dieselbe wie die der gewöhnlichen Carpenter-Bremse; der Unterschied beider Systeme liegt nur in der verschiedenartigen Detailausbildung.

Der Kolben des Bremscylinders (Fig. 377) ist bei Schleifer mit Ledermanschetten mit fingerförmig angeordneten Federn versehen, welche bei Überdruck hinter dem Kolben abdichten, bei ganz geringem Überdruck vor dem Kolben aber Überströmen nach rückwärts gestatten. Das Zurückziehen des Kolbens erfolgt durch Gewichte.

Selbstthätige Nachstellvorrichtung verwendet Schleifer nicht.

Wenger-Bremse. Der Bremscylinder (Fig. 378) zeigt eine ähnliche Konstruktion wie bei Schleifer; durch den auf der Kolbenstange angebrachten kleineren Kolben soll eine Lösung der B. ohne Zuhilfenahme von Federn oder Gegengewichten bewirkt werden.

Das zwischen Hauptleitung und Bremscylinder eingeschaltete Funktionsventil besitzt einen mit einer Ledermanschette versehenen Kolben, der durch eine Feder stets nach aufwärts gedrückt wird und bei seiner Bewegung einen kleinen Schieber *t* mitnimmt. Bei Füllung des Bremscylinders, wo der Kolben seine höchste Stellung einnimmt, schließt der kleine Schieber die nach außen führende Öffnung ab; die gepreßte Luft passiert am Umfang der Ledermanschette, gelangt über den Kolben und so-

dann in den Bremscylinder, wo sie die Räume zu beiden Seiten des Kolbens füllt.

Wird beim Bremsen eine Druckverminderung in der Hauptleitung herbeigeführt, so dichtet der über dem Kolben des Funktionsventils entstehende Überdruck die Ledermanschette ab; der Kolben wird nach abwärts gedrückt und nimmt den kleinen Schieber *t* mit, welcher die nach außen führende Öffnung freigiebt. Hierdurch kann aus dem Raum des Bremscylinders vor dem Kolben solange Luft ins Freie strömen, bis der Luftdruck in der Hauptleitung wieder das Übergewicht erhält und durch die Bewegung des Funktionsventilkolbens nach aufwärts die Verbindung nach außen aufhebt. Um zu verhindern, daß infolge von Undichtheiten in der Hauptleitung eine unbeabsichtigte Bremswirkung erfolge, ist durch eine feine Bohrung eine Verbindung der Räume ober- und unterhalb des Funktionskolbens hergestellt, wodurch ein langsamer Druckausgleich möglich wird.

Da die aus dem Raum vor dem Kolben strömende Luft bei der Wenger-Bremse bei jedem Wagen direkt ins Freie geht, während sie bei Carpenter und Schleifer ihren Weg durch die Hauptleitung und das Bremsventil nehmen muß, so ist die Wenger-Bremse in Bezug auf Raschheit der Fortpflanzung der Bremswirkung den beiden anderen vorgenannten Systemen überlegen.

Schnellwirkende Luftdruckbremsen. In Amerika wurde versucht, die bis dahin nur für Personenzüge verwendeten kontinuierlichen Luftdruck- und Vakuumbremsen auch bei Güterzügen einzuführen. Hierbei ergab sich, daß bei langen Güterzügen in den Fällen einer plötzlichen, kräftigen Anwendung der B. (Notbremsung), die Bremswirkung bei den rückwärtigen Wagen erheblich später eintritt, als bei den vorderen, was infolge des großen Spielraums zwischen den einzelnen Wagen ein so heftiges Auflaufen des hinteren Zugteils und so verderbliche Stöße verursacht, daß sich die Anwendung der B. in ihrer bisherigen Konstruktion als unmöglich erwies.

Zur Erzielung einer sehr raschen Fortpflanzung der Bremswirkung bis zum letzten Wagen wurden elektrische Ventilsteuerungen versucht. Wenn auch diese Einrichtungen hinsichtlich der raschen Wirkung sehr günstige Resultate ergaben, so sind dieselben doch nicht als genügend verläßlich für den Eisenbahnbetrieb befunden worden.

Es wurden aber mechanische Einrichtungen ausgeführt, durch welche sich die gewünschte Fortpflanzung der Druckverminderung in den Hauptrohrleitungen und hiermit eine genügend rasche Wirkung selbst bei langen Zügen erreichen läßt.

Westinghouse hat für seine schnellwirkende automatische Luftdruckbremse die allgemeine Anordnung seiner gewöhnlichen Luftdruckbremse beibehalten und nur an Stelle des gewöhnlichen Funktionsventils ein schnellwirkendes eingeschaltet.

Das schnellwirkende Funktionsventil von Westinghouse besteht im wesentlichen aus zwei getrennten Kolbenventilen; das eine ist vertikal und das andere horizontal angeordnet, wobei das letztere mit dem gewöhnlichen Westinghouse-Funktionsventil nahezu gleich ist. Sobald nun der Luftdruck in der Hauptrohrleitung um $^2/_3$—1 at vermindert wird und hierdurch der Kolben des horizontalen Ventils in seine äußerste Lage gelangt ist, strömt Preßluft aus dem Hilfsreservoir gegen den Kolben des vertikalen Ventils; hierdurch wird derselbe in Bewegung gesetzt und ein Ventil geöffnet, welches eine Verbindung zwischen Hauptleitung und Bremscylinder herstellt, so daß nunmehr gepreßte Luft aus der Hauptleitung und gleichzeitig auch aus dem Hilfsreservoir in den Bremscylinder einströmt.

Durch diese Anordnung wird nicht nur eine rasche Wirkung der einzelnen Bremsapparate, sondern auch ein Ersparnis an Preßluft erzielt.

Carpenter hat bei seiner schnellwirkenden Luftdruckbremse das Zweikammersystem aufgegeben. Bei dieser B. ist der Bremscylinder getrennt von dem Hilfsreservoir angeordnet und ist zwischen letzterem und der Hauptluftleitung ein Hahnfunktionsventil eingeschaltet. Die selbstthätige Steuerung dieses Hahnventils erfolgt durch einen Hebelmechanismus, welcher durch einen Ledermembrankolben bewegt wird. Bei geöffneter B. ist die Hauptleitung, sowie das Funktionsventil und das Hilfsreservoir mit gepreßter Luft gefüllt; dagegen ist der Bremscylinder leer. Das Hahnventil bewirkt, daß die komprimierte Luft beim Anlegen der B. nicht allein durch das Lokomotivführer-Bremsventil, sondern auch bei jedem Bremsapparat durch das Funktionsventil entweichen kann, wodurch eine wesentliche Beschleunigung der Bremswirkung erzielt wird.

Schleifer hat mit unveränderter Beibehaltung seiner früher beschriebenen Konstruktion an jedem Wagen Ventile angebracht, welche bei Anwendung der Maximalbremskraft eine Verbindung der Hauptleitung mit der äußeren Luft herstellen. Diese Ventile befinden sich aber nicht wie bei Wenger zwischen Hauptleitung und Bremscylinder, sondern sind direkt an der Hauptleitung angebracht, wodurch der Vorteil erreicht wird, daß ein Versagen des Ventils auf die sonstige gute Funktionierung des Bremsapparats ohne Einfluß bleibt.

VIII. Luftsaugbremsen.

Die Luftsaugbremsen werden durch einen Motor in Thätigkeit gesetzt, dessen Bewegung durch den Unterschied in der Spannung einer weniger und einer mehr verdünnten Luft, oder atmosphärischer Luft und verdünnter Luft verursacht wird. Diese Spannungsdifferenz wirkt auf den Kolben oder die Diaphragmascheibe des Bremsmotors ein und erzeugt dort die Bremskraft, welche durch die Kolbenstange auf das Bremsgestänge übertragen wird. Zur Erzeugung der erforderlichen Luftverdünnung dienen auf der Lokomotive befindliche Ejektoren, mit welchen die Bremsmotoren der Lokomotive, des Tenders und der einzelnen Bremswagen durch die den ganzen Zug entlang führende Hauptluftleitung verbunden sind.

Bei den direkt wirkenden Luftsaugbremsen (nicht automatischen Vakuumbremsen) ist auf der Lokomotive erforderlich: ein Ejektor, ein Bremsventil (Dampfventil) zum Anlassen und Abstellen des Ejektors und eine Luftklappe, um Luft von außen in die Hauptleitung strömen lassen zu können.

Der Ejektor wird nur in Thätigkeit gesetzt, wenn gebremst werden soll; das Lösen der an-

gezogenen B. erfolgt nach Abstellen des Ejektors durch Öffnen der Luftklappe.

Der Grad der entstehenden Luftverdünnung kann durch entsprechende Handhabung des Ejektoradmissionsventils und der Luftklappe innerhalb gewisser Grenzen geändert werden; hierdurch ist ein einfaches Mittel zur beliebigen Regelung des Bremsdrucks geboten.

Zu den bemerkenswertesten direkt wirkenden Luftsaugbremsen gehören die Hardy-Bremse und die Körting-Bremse. Die Bremsapparate dieser Systeme sind auf Taf. XI, Fig. 1 und 2, dargestellt.

1. Die Hardy'sche Vakuumbremse, hervorgegangen aus der Smith'schen B. durch Verwendung von Bremscylindern an Stelle der soufflетartigen Vakuumsäcke, hat insbesondere wegen Einfachheit in Konstruktion und Handhabung eine große Verbreitung gefunden.

Auf der Lokomotive ist ein Doppelejektor angebracht; der kleinere Ejektor ist mit der Luftleitung zu den Tender-, eventuell auch Lokomotivbremscylindern, der größere mit der Luftleitung zu den Wagenvakuumcylindern verbunden. Die Konstruktion des Doppelejektors ist aus Fig. 381 ersichtlich.

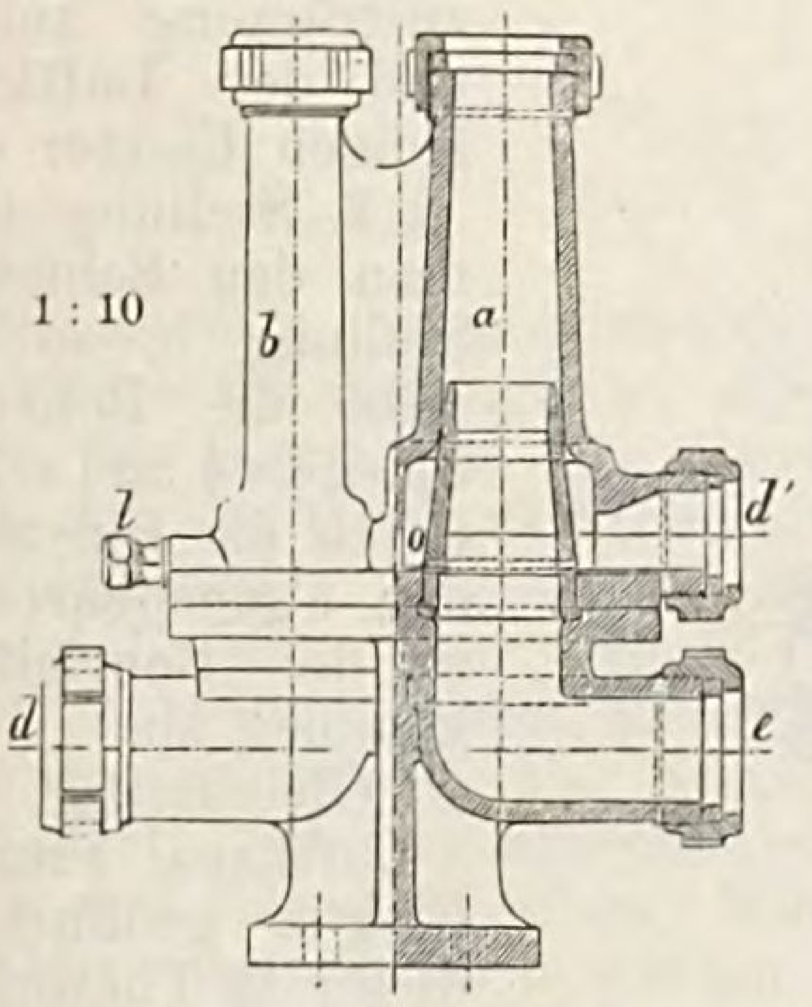


Fig. 381.

Der Bremsmotor für jedes zum Bremsen einzurichtende Fahrzeug besteht lediglich aus dem Bremscylinder (Vakuumcylinder). Für schwere Fahrzeuge (Lokomotive oder Tender) werden zwei Vakuumcylinder angewendet, um keine zu großen Übersetzungsverhältnisse für das Bremsgestänge anwenden zu müssen.

Die Vakuumcylinder (Taf. XI, Fig. 1) bestehen aus zwei runden, gußeisernen Schalen *a*, deren Flanschen miteinander verschraubt sind. An der oberen Schale sitzen vier Lappen *b* zur Befestigung des Cylinders am Untergestell des Fahrzeugs, sowie ein Rohrstutzen *c* zur Verbindung des Cylinders und der Rohrleitung mittels eines Kautschukschlauchs.

Der Boden der unteren Schale hat in der Mitte eine kreisrunde Öffnung für die Kolbenstange (Zugstange), durch welche die atmosphärische Luft eintreten kann. Zwischen den beiden Schalen ist eine sackförmige Ledermembran *d* angebracht, welche zwischen den Flanschen *F* gehalten wird. An der mittleren Fläche dieser Lederscheibe befinden sich zwei Eisenplatten *e*, welche in ihren Mitten durch die Schraube des Scharnierklobens f_1 zusammengehalten sind. Dieser Kloben dient zur Befestigung der Zugstange, welche mit dem Bremshebel verbunden ist.

Soll die B. in Thätigkeit gesetzt werden, so öffnet der Lokomotivführer das Dampfventil. Durch die Einströmung des Dampfes in die Düsen des Ejektors wird die Luft aus den Leitungsröhren und Vakuumcylindern gesaugt und in letzteren ein Vakuum erzeugt.

Der atmosphärische Druck wirkt auf die Kolben der Vakuumcylinder; die Kolben werden nach aufwärts gedrückt, hierdurch das Bremsgestänge angezogen und die Bremsklötze an die Räder gepreßt.

Die Höhe des Vakuums beträgt bei sechs Atmosphären Dampfdruck und trockenem Dampf 50 cm, bei zehn Atmosphären und vollkommen trockenem Dampf 60 cm Quecksilbersäule. Je nachdem der Lokomotivführer die Dampfeinströmung reguliert, kann ein Vakuum von 5 bis 60 cm erzeugt werden.

Sollen die B. gelöst werden, so schließt der Lokomotivführer das Dampfventil und öffnet die Luftklappe; die atmosphärische Luft dringt in die Leitungsröhren, bezw. Vakuumcylinder ein, die Kolben der letzteren fallen in ihre frühere Lage zurück und die B. ist offen.

Damit der Lokomotivführer die Intensität der Bremswirkung beurteilen kann, sind auf der Lokomotive Vakuummeter angebracht, die in die Rohrleitungen eingeschaltet sind und auf welchen das jeweilig vorhandene Vakuum abgelesen werden kann.

Körtings nicht automatische Vakuumbremse unterscheidet sich von der Hardy-B. hauptsächlich durch die Konstruktion der Vakuumcylinder (s. Taf. XI, Fig. 2).

Statt dem Hardy'schen Lederkolben ist ein gußeiserner Kolben mit Gummimanschettendichtung angewendet.

Körting hat außer einem großen Ejektor für den ganzen Zug noch einen kleinen Ejektor auf der Lokomotive angebracht, welcher mit der Hauptluftleitung in Verbindung ist.

Dieser kleine Ejektor dient dazu, um auf längeren Gefällen mit möglichst wenig Dampfverbrauch das Vakuum in den Bremsapparaten dauernd zu erhalten, wenn der große Ejektor abgestellt ist.

Mit einem geringen kontinuierlichen Absaugen durch den kleinen Ejektor bis zu einer Luftverdünnung von circa 20 mm Quecksilbersäule kann die Dichtheit der Leitung während der Fahrt durch den Lokomotivführer kontroliert werden, da bei entsprechendem Zustand der Leitungen und Bremscylinder das Manometer hierbei konstant das gleiche Vakuum zeigen muß.

Letztere Einrichtung wurde auch von Hardy angewendet und auf der Lokomotive ein ganz kleiner Ejektor (*tell tale* genannt) angebracht, welcher stets offengehalten wird, und lediglich zur Kontrolle des Zustands der Leitungen dient.

Selbstthätige Luftsaugbremsen.

Ähnlich wie bei den selbstthätigen Luftdruckbremsen wird auch bei diesen B. die Bremskraft schon in jedem zu bremsenden Fahrzeug aufgespeichert, und zwar in der Weise, daß in eigenen an den Fahrzeugen angebrachten Behältern die Luft in verdünntem Zustand erhalten wird. Der Luftverdünnungsapparat auf der Lokomotive besteht gewöhnlich aus zwei Ejektoren, einem größeren und einem kleineren.

Der größere Ejektor ist bestimmt, in der Hauptleitung und den Bremsapparaten rasch

Luftverdünnung zu erzeugen, was zu Beginn der Fahrt und zum raschen Lösen der B. erforderlich ist; der kleine Ejektor hat die von dem großen Ejektor erzeugte Luftverdünnung während der Fahrt zu erhalten.

Die für jeden Bremswagen erforderliche Einrichtung besteht aus einem Hilfsreservoir, einem Bremscylinder und bei einigen Systemen auch aus einem Funktionsventil.

In Bezug auf die Anordnung der Bremsapparate lassen sich die selbstthätigen Luftsaugbremsen in ähnlicher Weise wie die Luftdruckbremsen in zwei Kategorien scheiden.

Bei der einen Anordnung sind Hilfsreservoir und Bremscylinder vollständig getrennt, wobei, wenn nicht gebremst wird, ober- und unterhalb des Kolbens in dem Bremscylinder der Druck der äußeren Luft herrscht; beim Bremsen wird auf der einen Seite des Kolbens durch Verbindung mit dem Hilfsreservoir Luftverdünnung erzeugt und hierdurch der Kolben in Bewegung gesetzt.

Bei der zweiten, dem Zweikammersystem der Luftdruckbremsen entsprechenden Anordnung bleibt ein Raum des Bremscylinders stets mit dem Hilfsreservoir in Verbindung. Während der Fahrt mit offener B. sind beide Räume des Bremscylinders mit der Hauptleitung verbunden und besteht demzufolge im Bremscylinder, ober- und unterhalb des Kolbens die gleiche Luftverdünnung; beim Bremsen dringt äußere Luft in den einen Raum, während in dem mit dem Hilfsreservoir zusammenhängenden Raum die Luftverdünnung erhalten bleibt.

1 : 8

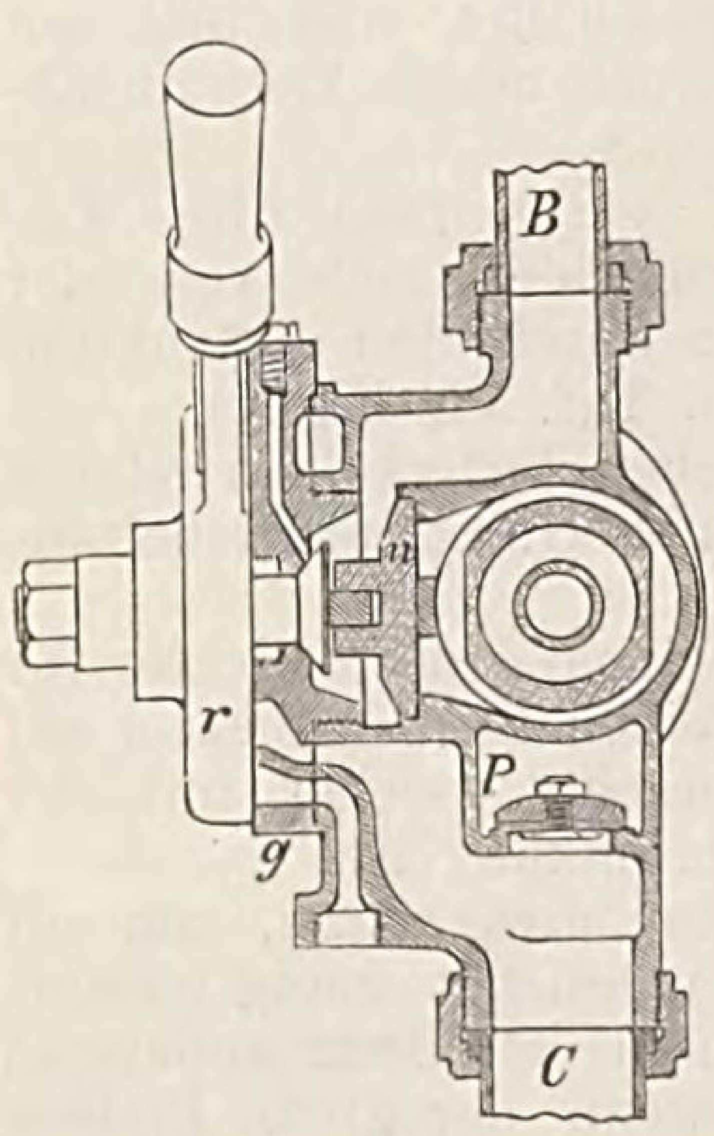


Fig. 382 *a*.

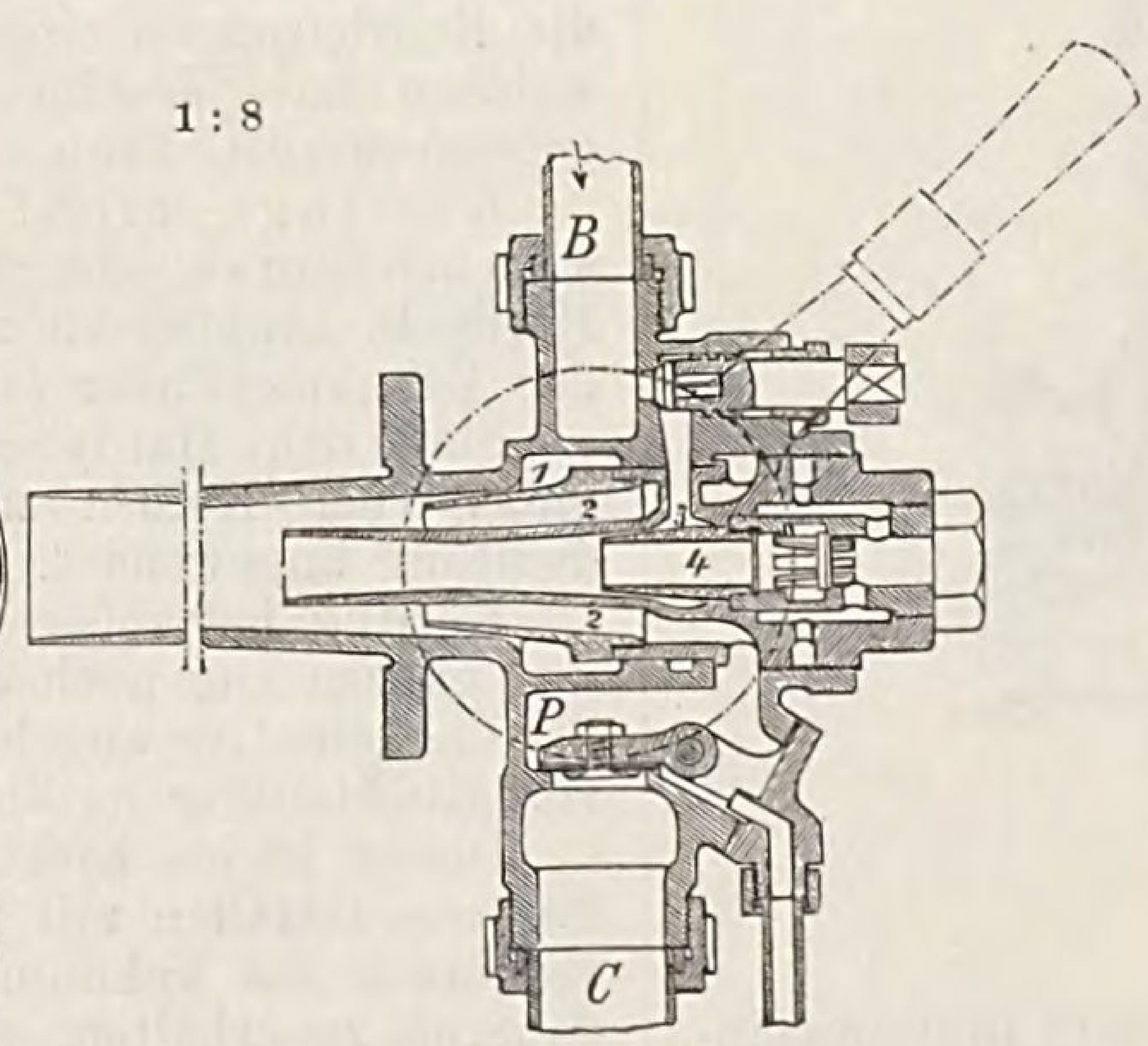


Fig. 382 *b*.

Das Lösen der B. wird in allen Fällen durch Luftverdünnung in der Hauptleitung bewirkt.

Anordnungen der Bremsapparate für mehrere automatische Luftsaugbremssysteme sind auf Taf. XI, Fig. 3, 4 u. 5, dargestellt.

Clayton-Bremse (automatische Vakuumbremse der Vacuum Brake Co. in London). Bei dieser B. ist auf der Lokomotive ein Kombinationsejektor (Fig. 382 *a* und *b*) angebracht, welcher aus einem großen und einem kleinen Ejektor, die ineinander gesteckt sind, besteht. Die Ejektoren sind unmittelbar in Verbindung mit dem Bremsventil, welches sogenannte Schmetterlingsschieber *r* und *n* besitzt.

Der große Ejektor dient zur Erzeugung des ersten Vakuums in der Rohrleitung und in den Vakuumcylindern.

An der Mündung des Absaugrohrs *C* (Hauptleitung) ist ein Rückschlagsventil *P* angebracht, welches nach dem Ausschalten des großen Ejektors das Eindringen atmosphärischer Luft in die Leitung verhindert.

Mit dem kleinen Ejektor wird das erzeugte Vakuum permanent auf circa 55—60 cm Quecksilbersäule erhalten. Der Dampfzutritt zu demselben findet fortwährend statt. Mit den Schmetterlingsschiebern der Bremsventile kann man:

1. die Rohrleitung mit der atmosphärischen Luft in Verbindung setzen;

2. in den großen Ejektor Dampf strömen lassen;

3. den kleinen Ejektor mit der Rohrleitung in Verbindung bringen.

Diese Schieber sind mit einer Handhabe versehen und können um circa 90° gedreht werden, wobei drei charakteristische Stellungen zu unterscheiden sind:

1. Stellung (*a*). Die im Schieber *r* befindlichen Löcher stehen centrisch über korrespondierenden Löchern des Spiegels *g*, wobei die atmosphärische Luft durch den vollen Querschnitt der Bohrungen in die Rohrleitung eintreten kann. Gleichzeitig ist hierbei die Dampfzuströmung zum großen und der Luftkanal zum kleinen Ejektor abgesperrt.

2. Stellung (*b*). Dreht man den Schieber in die Stellung *b*, so deckt derselbe die Bohrungen des Spiegels *g* und schließt hierdurch die Einströmöffnung der atmosphärischen Luft in die Rohrleitung vollkommen ab.

Gleichzeitig wird der Luftkanal zum kleinen Ejektor geöffnet und tritt dieser in Thätigkeit.

3. Stellung (*c*). Hierbei ist der Lufteintritt in die Rohrleitung abgesperrt, dagegen der Dampfzutritt zum großen Ejektor ganz offen, wodurch in der Rohrleitung rasch Vakuum erzeugt wird.

Die Stellung (*c*) wird vor Beginn der Fahrt benutzt, um das erste Vakuum in der Rohrleitung und den Vakuumcylindern zu erzeugen; die Stellung (*b*), um das Vakuum während der Fahrt zu erhalten; die Stellung (*a*), um die B. in Thätigkeit zu setzen.

Die Stellungen zwischen *a* und *b* erlauben, den Bremsdruck beliebig zu regulieren. Bei der Drehung von *a* nach *b* wird durch die Verstellung der Bohrungen der Einströmungsquerschnitt für die atmosphärische Luft allmählich vermindert, der Luftkanal dagegen, welcher die Rohrleitung und den kleinen Ejektor verbindet, im selben Maß geöffnet; es wird daher die saugende Wirkung des kleinen Ejektors immer mehr und mehr überwiegend, bis sich dieselbe in *b* allein äußert. Auf diesem Weg wird der Schieber eine Stellung einnehmen, bei der ebensoviel Luft in die Rohrleitung einströmt, als durch den kleinen Ejektor ausgesaugt wird. Um diese Stellung herum kann man entweder die Lufteinströmung oder die Luftaussaugung überwiegen lassen und hiermit das Vakuum und

den Bremsdruck vermindern oder vermehren. — Der Vakuumcylinder (Taf. XI, Fig. 3) besteht aus einem gußeisernen Cylinder, einem gußeisernen Kolben mit schmiedeiserner Kolbenstange, einem schmiedeisernen Vakuumreservoir und einem Kugelventil.

Die Kolbenstange geht durch eine in den Boden des Vakuumcylinders eingefügte Stopfbüchse. Die Dichtung zwischen Kolben und Vakuumcylinder wird mittels eines Kautschukrings hergestellt, welcher bei der Bewegung des Kolbens zwischen diesem und der Cylinderwand rollt. Zwischen dem Vakuumcylinder und der Rohrleitung ist das Kugelventil (Fig. 383)

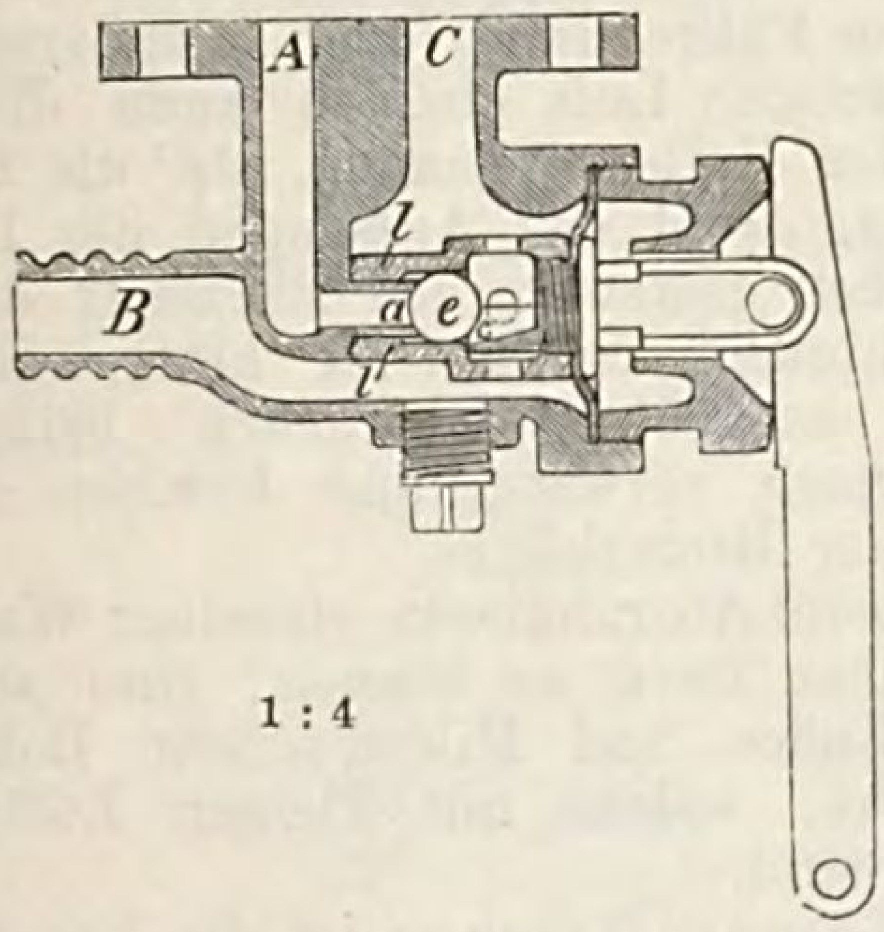


Fig. 383.

eingeschaltet. In dem durchbohrten Gehäuse *l* liegt eine kleine Messingkugel *e*; die schiefe Ebene *c* vor der Kugel hat den Zweck, das Zurückrollen der letzteren auf ihren Sitz bei *a* stets zu ermöglichen.

Der Kanal *C*, der unter den Kolben des Vakuumcylinders führt, bleibt immer mit der Rohrleitung in Verbindung. Der Kanal A, der zum oberen Teil des Vakuumcylinders (zum Hilfsreservoir und über den Kolben) führt, kann durch die Kugel abgeschlossen werden.

Ist die Luft aus der Rohrleitung ausgesaugt, so herrscht ober- und unterhalb des Kolbens gleiches Vakuum und bleibt derselbe vermöge seiner Schwere in der in der Zeichnung dargestellten Lage.

Tritt atmosphärische Luft in die Rohrleitung, so dringt sie in das Gehäuse *l* und durch den Kanal *C* unter den Kolben.

Durch den Überdruck vor der Kugel wird diese aber gegen die Sitzfläche *a* gepreßt und hierdurch der Kanal *A* abgeschlossen. Infolgedessen wird der Kolben durch den atmosphärischen Überdruck gehoben und die B. angezogen. Um die B. zu lösen, ist es nur nötig die Luft aus der Rohrleitung abzusaugen.

Damit die B. auch bei abgekuppelten Wagen gelöst werden kann, ist das Gehäuse *l* des Kugelventils beweglich gemacht und durch eine Spindel, die mittels eines Kautschukdiaphragmas abgedichtet wird, mit einem Hebel verbunden. Bewegt man diesen Hebel, so verschiebt man das Gehäuse *l*, zieht dadurch die Kugel *e* von ihrer Sitzfläche weg und gestattet der atmosphärischen Luft den Eintritt in den Kanal *A*; nun sinkt der Kolben infolge seines Gewichts und die B. löst sich.

Die Rückkehr des Gehäuses *l* in die gezeichnete Lage geschieht selbstthätig durch den Druck der äußeren Luft, sobald in der Rohrleitung wieder Vakuum hergestellt wird.

Um bei Anwendung des Maximalbremsdrucks eine raschere Bremswirkung zu erzielen, wird in einem oder mehreren Wagen das sogenannte automatische Kondukteurventil angebracht, welches derart eingerichtet ist, daß, wenn plötzlich eine verhältnismäßig große Luftmenge in die Rohrleitung gelangt (bei vollem Bremsdruck oder bei Abreißen der Kuppelungen), die atmosphärische Luft auch bei diesem Ventil in die Rohrleitung dringt und hierdurch die Bremswirkung beschleunigt wird. Mit diesem Ventil kann auch der Kondukteur die B. des Zugs bethätigen.

Trotz Anwendung eines oder mehrerer Kondukteurventile ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Bremswirkung bei sehr langen Zügen nicht genügend groß, um bei vollem Bremsen das Auflaufen des rückwärtigen Zugteils und die hierdurch auftretenden schädlichen Stöße zu verhindern.

Durch Anbringung von schnellwirkenden Arbeitsventilen zwischen Hauptleitung und Bremscylinder an jedem, oder einer entsprechenden Anzahl Bremswagen ist es neuerer Zeit gelungen, den anstandslosen Gebrauch der B. auch für vorgenannten Zweck zu ermöglichen, und überdies bei Anwendung für Personenzüge eine bedeutende Abkürzung der Bremsdauer zu erzielen.

Die Vacuum Brake Company schaltet zwischen dem Kugelventil und der Hauptrohrleitung ein

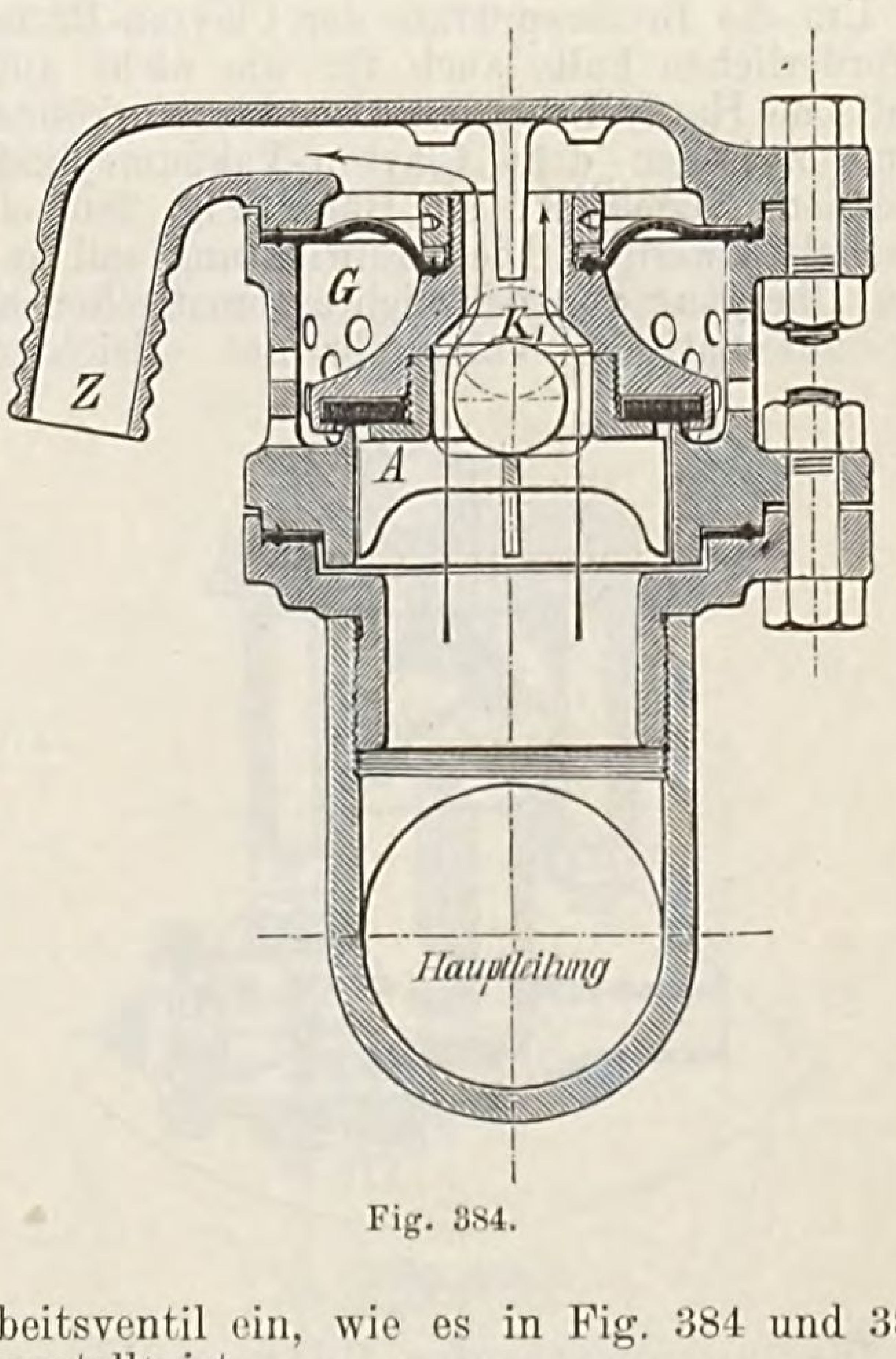


Fig. 384.

Arbeitsventil ein, wie es in Fig. 384 und 385 dargestellt ist.

Bei langsamem, allmählichem Luftzutritt von der Hauptleitung her bleibt die Kugel *K* in ihrer Ruhelage und gestattet der Luft in die Zweigleitung *Z* zu dringen. Erfolgt aber ein heftiger Luftstoß gegen die Kugel, wie bei vollem, plötzlichem Bremsen, so wird die Kugel *K* nach dem ober ihr befindlichen Sitz getrieben und schließt hierdurch die Verbindung zwischen Haupt- und Zweigleitung. Durch den unterhalb wirkenden Überdruck hebt sich das ganze Ventil mit den Membranen von seinem Sitz und ge-

stattet, in der in Fig. 385 gezeichneten Stellung, der äußeren Luft Zutritt zur Haupt- und Zweigleitung und zu dem Raum der Bremscylinder unterhalb der Kolben.

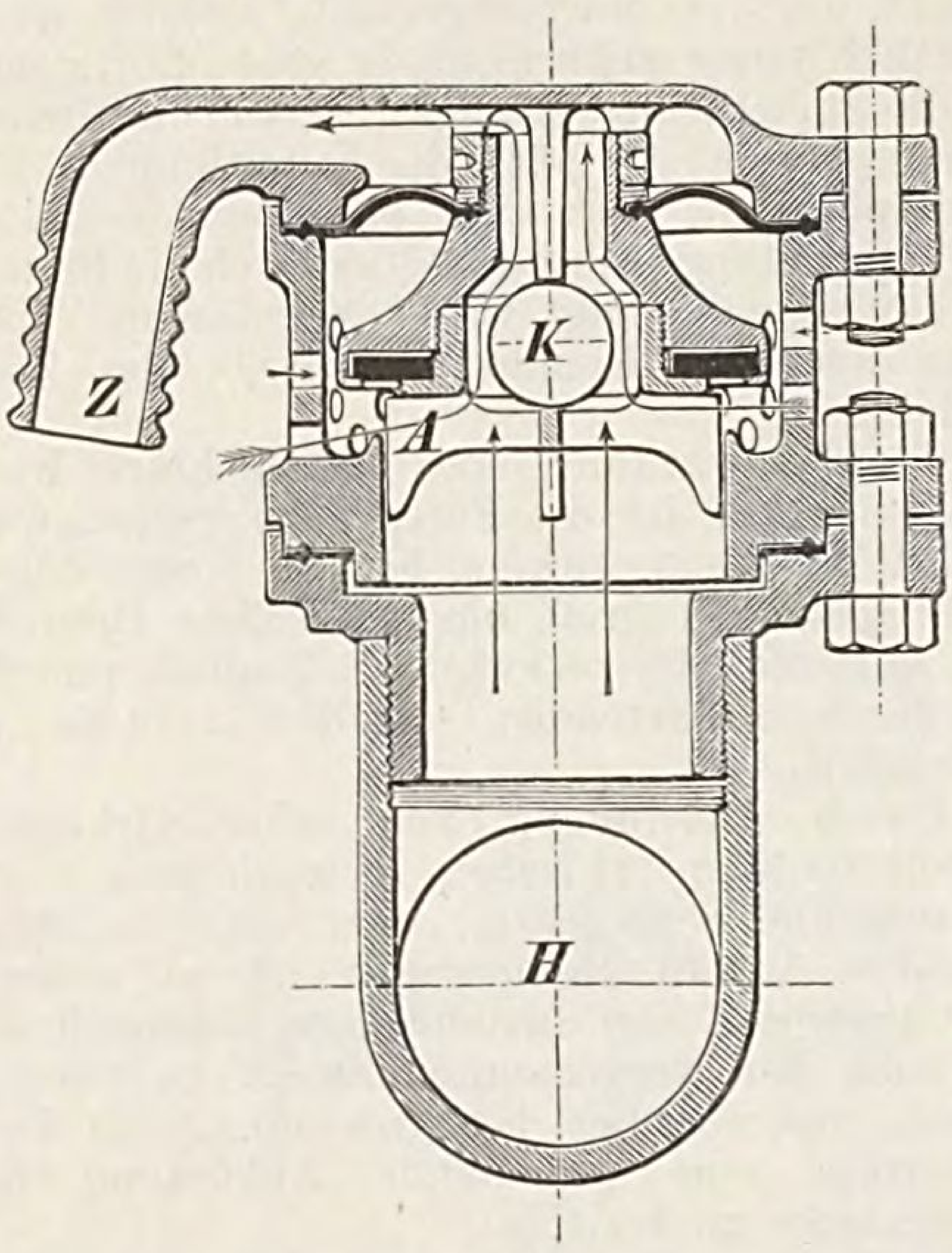
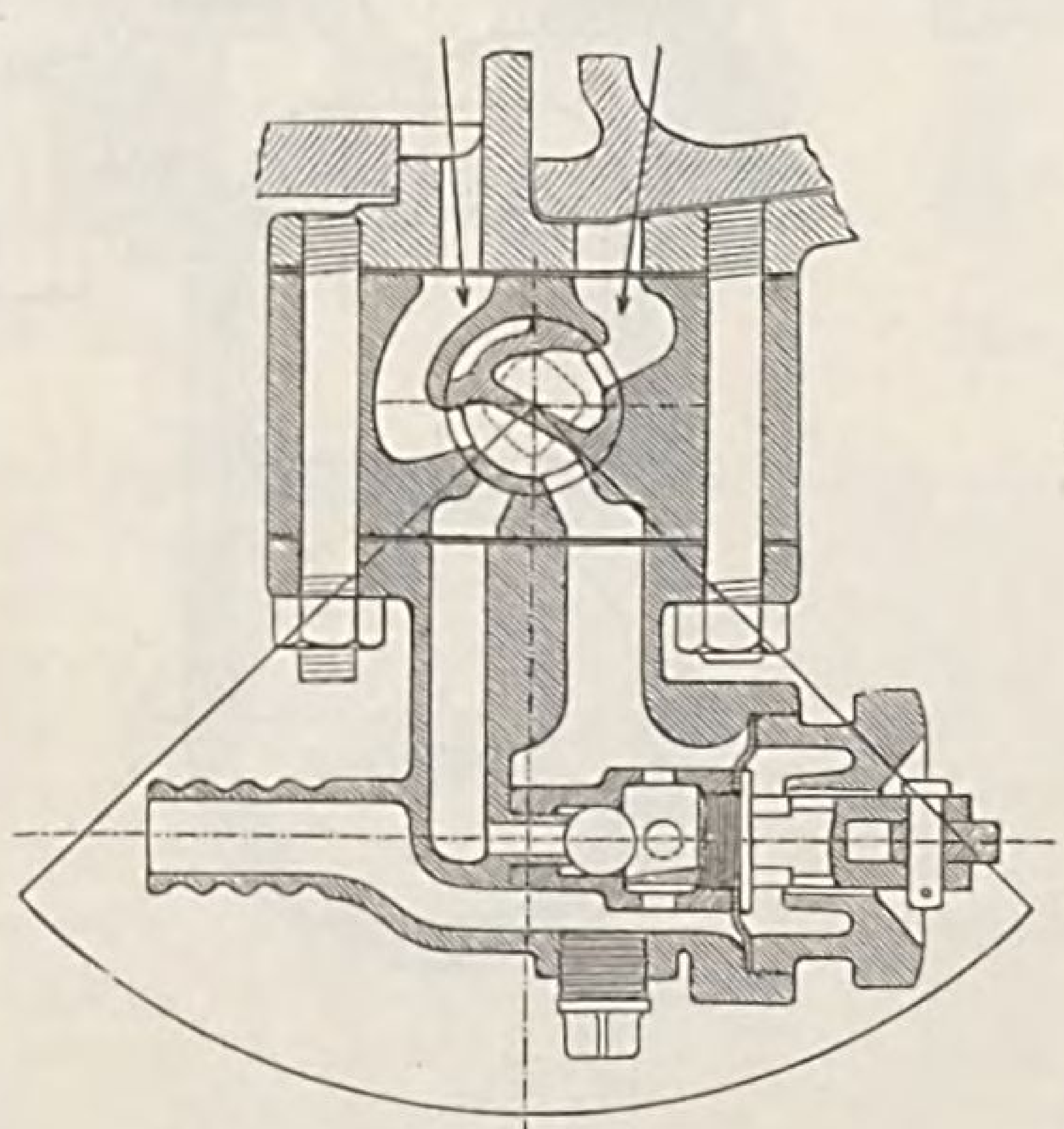


Fig. 385.

Um die Bremsapparate der Clayton-Bremse erforderlichen Falls auch für die nicht automatische Hardy-Bremse verwenden zu können, kann zwischen dem Clayton-Vakuumcylinder und dem Kugelventil ein Hahn (Fig. 386) eingeschaltet werden. Diese Einrichtung soll auch den Übergang von der nichtautomatischen auf die automatische Vakuumbremse erleichtern.



1:4

Fig. 386.

Die a u t o m a t i s c h e L u f t s a u g b r e m s e von K ö r t i n g ist der englischen Sandersbremse nachgebildet. Sie erfordert so wie letztere auf jedem Bremsfahrzeuge ein besonderes Hilfsreservoir. Der Bremscylinder (Taf. XI, Fig. 4) ist ähnlich wie bei der direkt wirkenden Körting-Bremse ausgeführt. Für die automatische B. ist jedoch der Boden des Cylinders vollkommen geschlossen und die Kolbenstange in einer Stopfbüchse geführt. Bei *p* befindet sich die Verbindung mit der Hauptrohrleitung, bei *z* jene mit dem Hilfsreservoir.

Auf der Lokomotive ist gleichwie bei den nicht automatischen Körting-Bremsen ein großer und ein kleiner Ejektor mit Rückschlagventilen, sowie eine Luftklappe angebracht. Der Gebrauch der Ejektoren und der Luftklappe ist derselbe wie für die nicht automatische Körting-Bremse.

Wird in der Leitung Vakuum erzeugt, so entsteht vermöge der ventilartig wirkenden Kolbenmanschette (Kolbenstulpe) auf beiden Seiten des Kolbens und im Reservoir die gleiche Luftverdünnung. Der Kolben wird infolge des atmosphärischen Drucks auf die Kolbenstangescheiben zurückgeschoben und die B. gelöst.

Tritt in die Hauptleitung durch die Luftklappe am Führerstand (oder in anderer Weise) atmosphärische Luft ein, so kann diese nur hinter den Kolben gelangen, da die Gummimanschette wohl das Aussaugen der Luft vor dem Kolben gestattet, den Rücktritt der Luft aber verhindert. Der auf die hintere Seite des Kolbens ausgeübte Überdruck bringt den Kolben nach vorwärts und bewirkt das Anpressen der Bremsklötze.

Um beim Ausrangieren einzelner Wagen die B. derselben lösen zu können, sind an jedem Bremscylinder und Hilfsreservoir Rohrstücke angebracht, welche mit kleinen Luftklappen versehen sind.

Die E a m e s - B r e m s e ist die Kombination einer direkt wirkenden und einer selbstthätigen Vakuumbremse und ist in ihrer Anordnung ähnlich der Luftdruckbremse von Westinghouse-Henry.

Fig. 5, Taf. XI, zeigt den Bremsapparat eines Wagens. Der Bremscylinder ist dem Hardy'schen ähnlich, besitzt aber keine untere Schale.

Es sind zwei Hauptleitungen vorhanden; die eine *D* für die direkt wirkende, die andere *A* für die selbstthätige B. An jedem Wagen befindet sich ein Hilfsreservoir, ein Funktionsventil *F*, ein Rückschlagventil *R* und der Bremscylinder. Während der Fahrt ist nur in der Leitung *A* und im Hilfsreservoir Luftverdünnung vorhanden; das Ventil *a* ist hierbei gehoben; das Ventil *b* wird durch den äußeren Luftdruck angepreßt. In der Leitung *D* und im Bremscylinder, der durch das gehobene schlagventil mit der Leitung *D* in Verbindung steht, ist atmosphärische Luft enthalten. Wird die direkt wirkende B. in Thätigkeit gesetzt, so entsteht Luftverdünnung in *D*, und da das Rückschlagventil in seiner Stellung bleibt, auch im Bremscylinder. Das Lösen der B. erfolgt durch Wiedereintritt atmosphärischer Luft nach *D*.

Wird die selbstthätige B. durch Einlassen von Luft in die Leitung *A* zur Wirkung gebracht, so schließt der in *A* entstehende Überdruck das Ventil *a*, drückt die Diaphragmascheibe, in welcher der Sitz von *a* sich befindet, nach abwärts, wodurch *b* geöffnet und *c* auf seinen Sitz niedergepreßt wird. Hierdurch kann auch unterhalb des Rückschlagventils eine Luftverdünnung entstehen, wodurch sich dasselbe senkt und den Bremscylinder mit dem Hilfsreservoir in Verbindung setzt.

Beim Lösen der B. geht infolge der in *A* entstehenden Luftverdünnung das Diaphragma nach aufwärts, *b* schließt zu, bei *c* kann äußere Luft eindringen, das Rückschlagventil bewegt sich nach aufwärts und durch *D* gelangt äußere Luft in den Bremscylinder.

Die Soulerin-Bremsen. In der im Jahr 1887 erschienenen Broschüre „Etude sur un nouveau système de freins continus" von L. Soulerin und einem hierzu erschienenen Supplement wird nach einer kritischen Besprechung der verschiedenen Systeme von Luftdruck- und Luftsaugbremsen die Theorie eines neuen Funktionsventils für pneumatische B. entwickelt, das bestehenden Systemen pneumatischer B. Verwendung finden, um diesen die gleiche Regulierbarkeit des Bremsdrucks und dieselbe Raschheit der Wirkung zu verleihen.

Es soll damit nicht nur die Möglichkeit geboten sein, Wagen, deren B. verschiedenen pneumatischen Systemen angehören, in demselben Zug mit gleicher Leistung verwenden

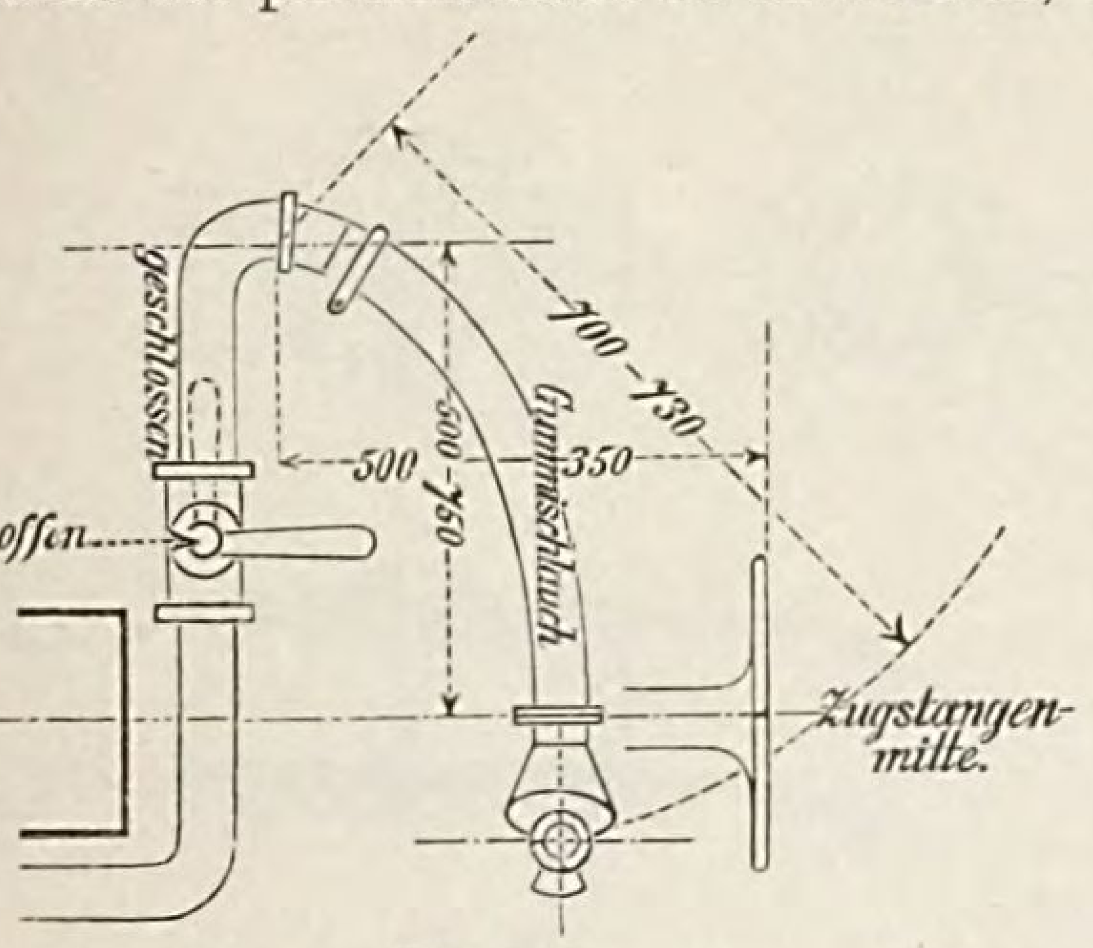


Fig. 387.

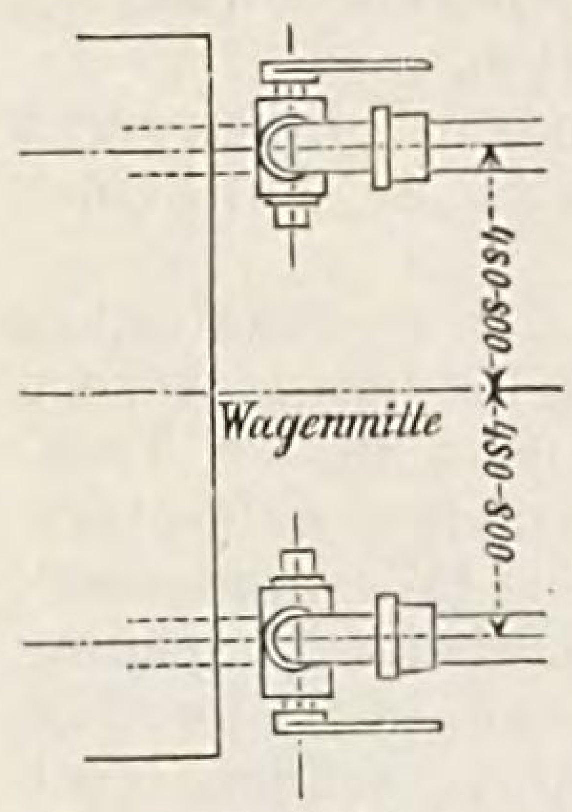


Fig. 388.

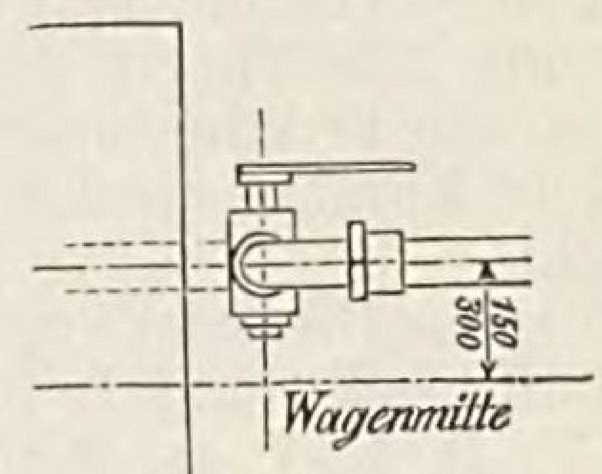


Fig. 389.

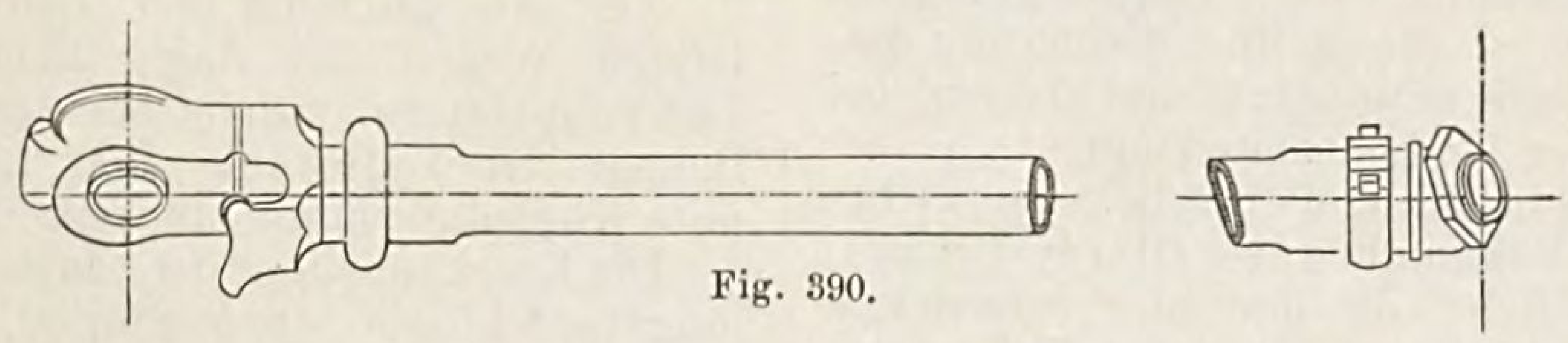


Fig. 390.

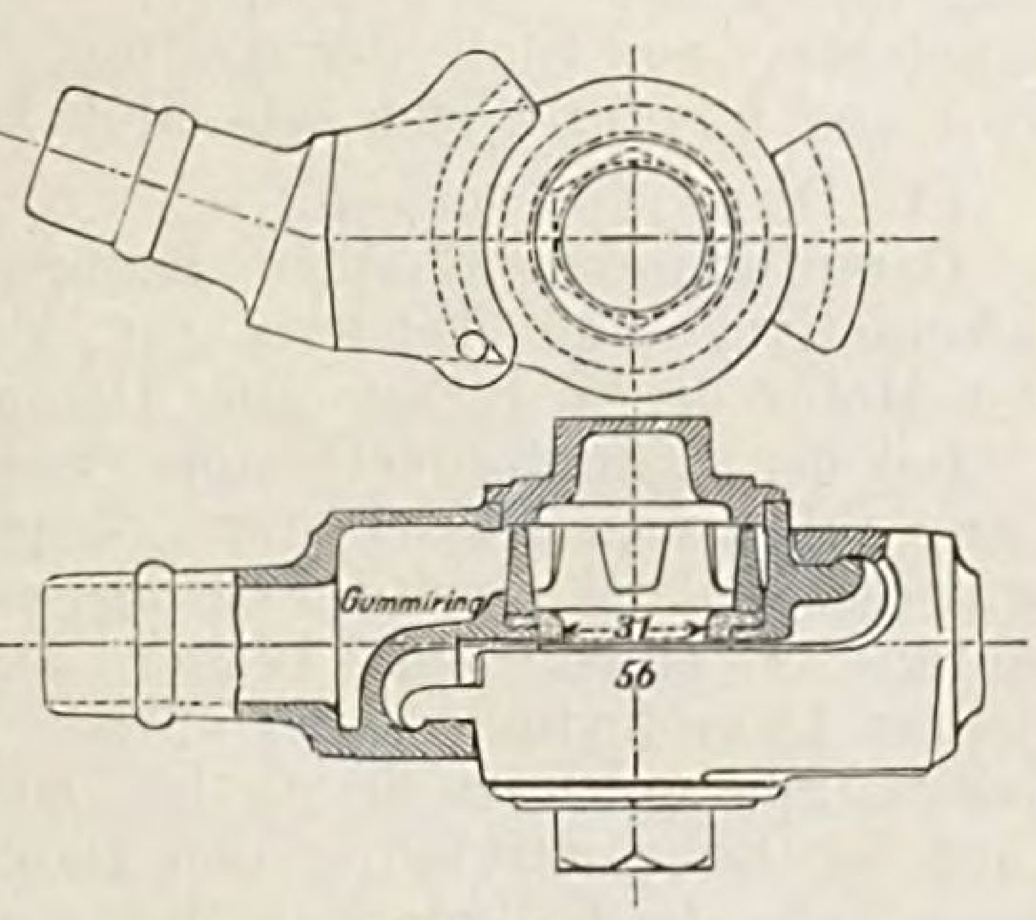


Fig. 391.

1 : 5

Fig. 392.

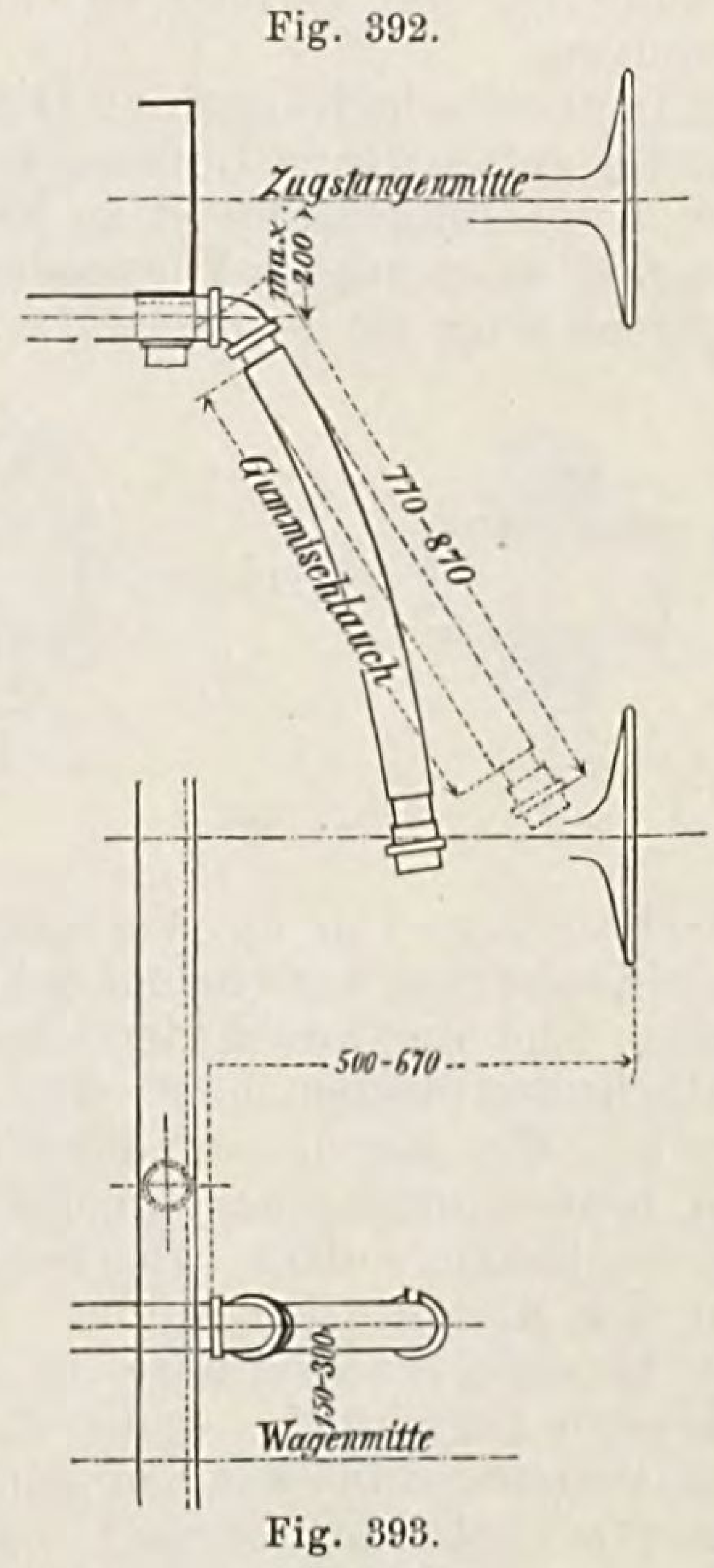
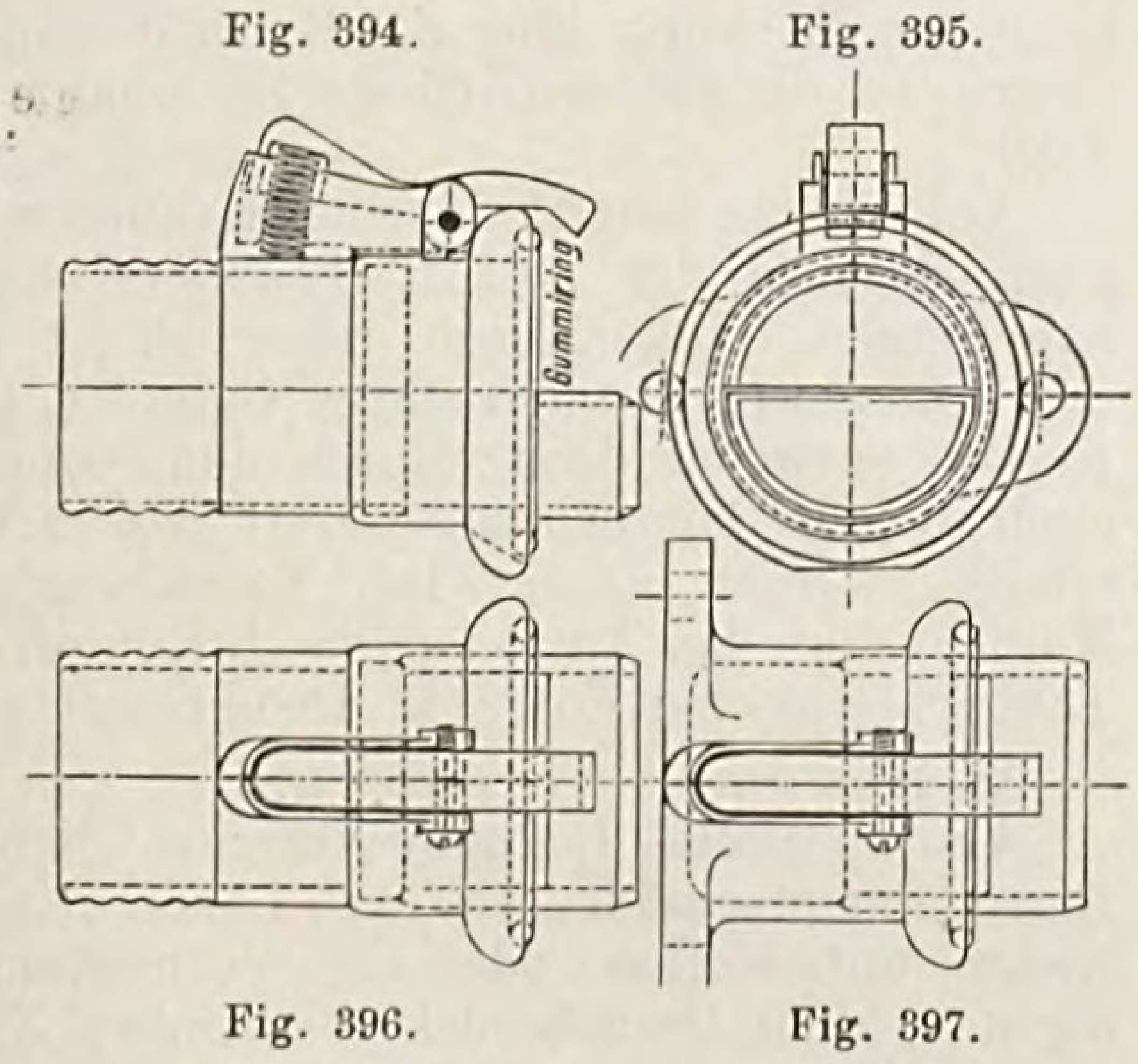


Fig. 393.

Fig. 394. Fig. 395.



1:5

Fig. 396. Fig. 397.

sowohl eine große Regulierbarkeit des Bremsdrucks gestatten, als auch eine rasche Fortpflanzung der Bremswirkung herbeiführen soll. Soulerin verwendet dieses neue Funktionsventil nicht nur bei seinen eigenen Systemen von Luftdruck- und Luftsaugbremsen, sondern dasselbe soll in einer nach den jeweiligen Verhältnissen modifizierten Form auch bei allen anderen zu können, sondern es soll auch möglich sein, bei einer entsprechenden Konstruktion der Bremsapparate letztere bald als Luftdruck-, bald als Luftsaugbremsen zu gebrauchen.

Die verschiedenen bei den Bahnverwaltungen gebräuchlichen Bremssysteme erfordern bei durchlaufenden Wagen die Anbringung aller diesen Systemen entsprechenden Bremsapparate.

Bei Verwirklichung der Soulerin'schen Projekte würde für solche Einrichtungen eine wesentliche Vereinfachung geschaffen.

Ad VII und VIII. Leitungskuppelungen der durchlaufenden B. Da die sichere Funktion der durchgehenden B. wesentlich auch von der Solidität der durchgehenden Bremsenverbindung (Bremsleitung) abhängt, so müssen solche Kuppelungen verwendet werden, welche eine sichere Verbindung gewähren und ein rasches Ein- und Auskuppeln gestatten.

Bei den Friktionsbremsen wird dieses durch einfache Karabinerverbindungen an den Leinen erreicht.

Für die Bremsleitungen der pneumatischen B. (Luftdruck- und Luftsaugbremsen) wurden vom V. D. E.-V. (s. § 85 und § 86 der Technischen Vereinbarungen) Normalien aufgestellt.

Die für die Luftdruckbremse (Westinghouse-, Carpenter-Bremse) vorgeschriebene Kuppelung (Fig. 387—391) ist nicht nur in Österreich, Deutschland, Italien und Belgien, sondern auch in England und Amerika in Verwendung.

Die Normalkuppel für Luftsaugbremsen (Fig. 392—397) ist durch ihre Situierung Beschädigungen mehr ausgesetzt und treten bei derselben leichter Undichtheiten ein.

Dieser letztere Mangel ist bei der nichtautomatischen Vakuumbremse (Hardy-Bremse) weniger empfindlich, da der hier verwendete große Ejektor in der Regel ausreichend leistungsfähig ist, um die während des Bremsens entstehenden Verluste zu decken. Der kleine Ejektor der automatischen Luftsaugbremse würde für die Deckung größerer Verluste an Vakuum nicht mehr genügen.

Die Clayton'sche Kuppelung (Fig. 398), die beste der für automatische Luftsaugbremsen verwendeten Kuppelungen, findet in England und Amerika fast ausnahmslos Verwendung und gewinnt gegenwärtig auch anderwärts mehr und

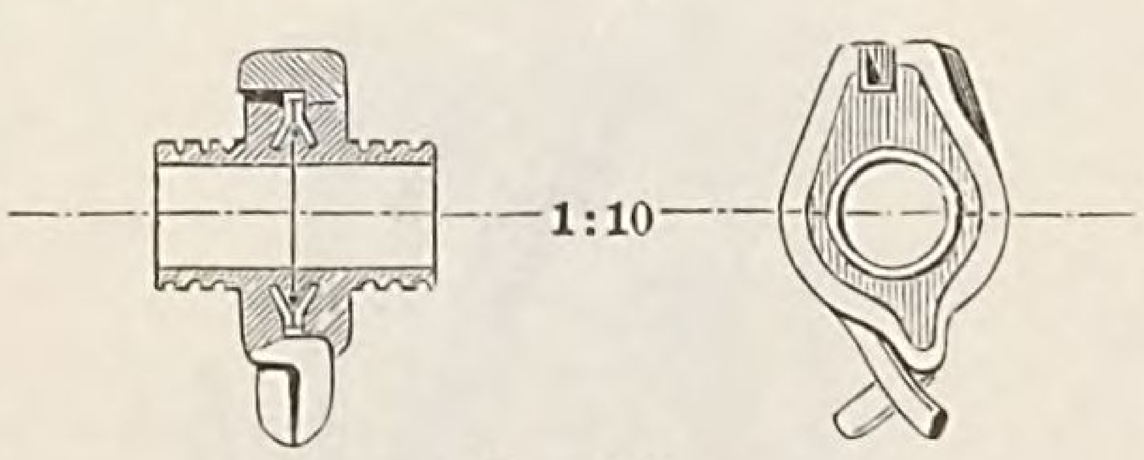


Fig. 398.

mehr Verbreitung. Um die Verbindung zweier mit dieser Kuppelung versehenen Schläuche vorzunehmen, sind die Enden derselben hoch zu heben, die beiden Muffen aneinander zu bringen und hierbei die unten an denselben angebrachten Klauen ineinander einzuhängen. Läßt man die Schläuche sodann gleichzeitig sinken, so legen sich die an den Muffen oben angebrachten Daumen wechselweise in die gegenüberstehenden Ausschnitte, womit der vollständige und sichere Schluß der Kuppelung erreicht ist. Diese tiefe Stellung bedingt schon an und für sich ein gewisses Aneinanderpressen der Dichtungsringe, welches bei dem Evakuieren der Leitung noch eine Steigerung erfährt. Das Lösen der Kuppelung wird einfach durch das Heben der verbundenen Schläuche bewirkt.

Ähnlich dieser Kuppelung ist die Körting-sche Bremskuppelung (Fig. 399); sie unterscheidet sich aber in ihrer Wirkungsweise dadurch von der Clayton'schen Kuppelung, daß bei ihrer tiefen Stellung ein Aneinanderpressen der Dichtungsringe infolge einer hebelartigen Druckübertragung (wie bei der Clayton'schen Kuppelung) nicht stattfindet, sondern daß das Aneinanderliegen der Dichtungsringe, wenn die Leitung nicht evakuiert ist, nur durch die Verklemmung der wechselweise eingeschobenen Kuppelungsstifte erhalten wird.

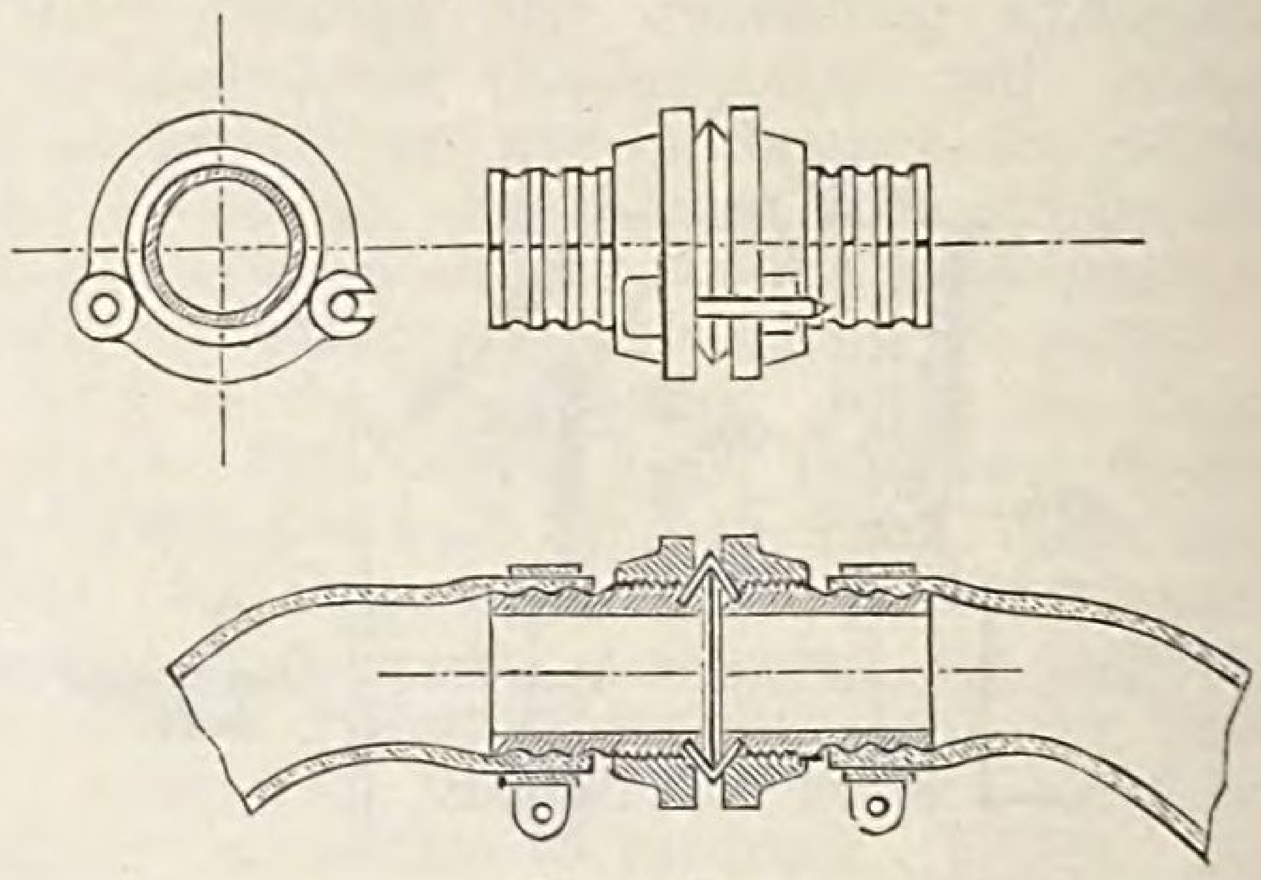


Fig. 399.

Zur Abschließung der Leitungen an dem letzten Wagen des Zugs dienen sogenannte Leerkuppelungen, welche bei den Normalkuppelungen der Luftdruck- und Luftsaugbremsen mit Kuppelungsmundstücken übereinstimmen.

Die Leerkuppelung der Clayton'schen Kuppelung besteht aus einem Stöpsel, welcher in das Mundstück am Ende der Leitung eingesteckt wird und hierdurch den Abschluß bewirkt.

IX. Dampfbremsen.

Dampfbremsen kommen hauptsächlich bei Lokomotiven und Tendern zur Verwendung. Der Motor dieser B. ist eine Dampfmaschine.

Bei der Dampftenderbremse von Middelberg führt vom Kessel der Lokomotive eine entsprechend gekuppelte Leitung aus Kupferröhren zu einem am Tender angebrachten kleinen Dampfcylinder. Bei offener B. befindet sich Dampf zu beiden Seiten des Dampfkolbens. Läßt der Lokomotivführer den Dampf von der einen Seite des Cylinders ausströmen, so kommt der Dampfdruck auf der andern Seite des Kolbens zur Wirkung und die B. wird angezogen (Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, 1884).

Auf einigen amerikanischen Bahnen wird die Dampfbremse der Beals Brake Company angewendet. Der Motor dieser B. ist ein an der Lokomotive angebrachter Cylinder, dessen Kolben entweder direkt durch den Dampf oder auch durch komprimierte Luft vorwärts getrieben werden kann. Der Vorwärtsgang des Kolbens hat das Anziehen der Lokomotiv- und Tenderbremse zur Folge (Railroad Gazette 1887).

X. Lokomotivbremsen.

Als specielle Lokomotivbremse kann der Bewegungsmechanismus der Lokomotive entweder unmittelbar oder in Verbindung mit eigenen, dem Bremszweck dienenden Einrichtungen Verwendung finden.

Das Bremsen mit Hilfe von Kontradampf erfolgt dadurch, daß dem Dampfverteilungsapparat (der Steuerung) der Lokomotive eine Stellung gegeben wird, welche einer Bewegung der Lokomotive entspricht, die derjenigen, in welcher sie sich gerade befindet, entgegengesetzt ist. Diese Art des Bremsens hat den Nachteil, daß durch das Ansaugen der Verbrennungsgase

aus der Rauchkammer in die Cylinder die Verunreinigung dieser und der Schiebergesichte erfolgt, was die Beschädigung der Cylinderwandungen, der Kolbenringe und der Schieberflächen verursacht. Auch erfährt die Temperatur in den Cylindern eine solche Steigerung, daß die Stopfbüchsendichtungen darunter sehr stark zu leiden haben. Ferner werden Luft und Verbrennungsgase in den Kessel gepreßt, so daß die Kesselspannung sehr rasch über den zulässigen Druck zunimmt.

Um diesen Anständen zu begegnen, werden verschiedenartige Konstruktionen angewendet.

Bei der Gegendampfbremse von Le Chatelier kann in die Ausströmungskanäle der Dampfcylinder ein Gemenge von Dampf und Wasser eingespritzt werden. Zu diesem Zweck ist auf dem Führerstand ein Mischkasten angebracht, welcher zwei Schieberventile besitzt, durch welche die Verbindung des Mischraums mit dem Wasserraum, bezw. mit dem Dampfraum des Kessels hergestellt und wieder unterbrochen werden kann. Bei geöffneten Ventilen bildet sich in dem Mischraum ein Gemenge von Dampf und Wasser, welches durch ein sich gabelndes Rohr in die beiden Schieberkasten, und zwar in den tiefsten Punkten der Ausströmungskanäle geleitet wird. Der Dampfzufluß wird derart reguliert, daß durch das offene Blasrohr noch etwas Dampf ausströmt. Das eingespritzte Wasser kühlt die Kolben und Schieber, verdampft hierbei und wird in Dampfform mit dem übrigen angesaugten Dampf wieder in den Kessel zurückgepreßt.

An Stelle des mit zwei Schieberventilen versehenen Mischkastens wurde häufig ein Hahn mit zwei Bohrungen angeordnet.

Die Lokomotivbremse von Krauß ist derart eingerichtet, daß durch eine am Blasrohr angebrachte Dreiwegklappe das Blasrohr nach innen abgeschlossen und die Ausströmungsrohre mit der Außenluft in Verbindung gesetzt werden können. Die Dampfkolben saugen beim Bremsen kalte Luft und Wasser ein und pressen dieses Gemenge unter Verdampfung des Wassers in die Einströmungsrohre, aus welchen es durch einen auf dem Kreuzrohr angebrachten, vom Führerstand aus stellbaren Hahn nach außen entweicht. Der Regulator ist während des Bremsens geschlossen, so daß der Kolbendruck unabhängig von dem Kesseldruck reguliert werden kann. Diese B. wirkt sehr zuverlässig und ist namentlich bei Zahnradlokomotiven in Gebrauch.

Die Dampfkolbenbremse von v. Borries wirkt ganz ähnlich wie die vorbeschriebene Lokomotivbremse, nur verursacht sie nicht so lästiges Geräusch wie letztere. Bei dieser B. bleibt das Blasrohr offen und wird beim Bremsen heißes oder kaltes Wasser in die Ausströmungskanäle gespritzt. Der sich bildende Dampf wird durch die Kolben in die Einströmungsrohre gedrückt. Durch eingespritztes Wasser gekühlt, gelangt dieser Dampf durch ein eigenes Ventil in die Ausströmungskanäle zurück. Ein Teil des Dampfes vollführt daher einen beständigen Kreislauf. Hierbei entweicht aus dem Blasrohr soviel Dampf als Wasser eingespritzt wurde. Der Regulator besitzt eine entsprechende Anordnung und bleibt während des Bremsens geschlossen, so daß der Gegendruck auf die Kolben und damit die Bremskraft mittels des bezeichneten Ventils nach Erfordernis hergestellt werden kann.

Die durch die vorbeschriebenen Kolbenbremsen zu erzielende Bremskraft ist bei allen Lokomotiven gewöhnlicher Konstruktion durch die Reibung der Trieb- (und Kuppel-) Räder auf der Schiene begrenzt. Die Kolbenbremsen werden bei diesen Lokomotiven hauptsächlich bei Fahrten auf starken Gefällen zur Unterstützung der übrigen Zugsbremsen benutzt.

Bei den Zahnradlokomotiven findet die obgedachte Beschränkung der Bremskräfte selbstverständlich nicht statt und werden die Kolbenbremsen daher hier bei den Thalfahrten ausschließlich gebraucht. Die an solchen Lokomotiven überdies vorhandenen Klotzbremsen dienen nur zum Festhalten auf geneigter Strecke und als Reservebremsen bei Schäden am Triebwerk.

D. Stand der Bremseinrichtungen in den einzelnen Staaten. Die in den meisten Staaten bestehenden polizeilichen Vorschriften erfordern das Vorhandensein von B. in solcher Zahl, bezw. Leistungsfähigkeit, daß bei den in Verkehr gesetzten Zügen ein nach Maßgabe der Gattung der Bahn, der Züge und der Steigungsverhältnisse bestimmter Teil der Achsen, bezw. der Bruttolast gebremst werden kann (s. Bremsbrutto).

Das Verhältnis der mit Bremsvorrichtungen versehenen Wagen zur Gesamtzahl der letzteren stellte sich für Deutschland und Österreich im Jahr 1887 wie folgt:

	Personenwagen			Güterwagen		
	Gesamtstand	mit Bremsvorrichtung	in Prozenten der Achsen	Gesamtstand	mit Bremsvorrichtung	in Prozenten der Achsen
Deutschland....	23 703	13 835	55,85	255 972	80 542	31,31
Österreich	9 277	4 401	45,62	105 403	32 694	30,82

Was die Anwendung von durchgehenden B. betrifft, so gewinnen letztere mit Rücksicht auf die damit verbundene Erhöhung der Verkehrssicherheit, namentlich bei Personenzügen, eine rasch steigende Verbreitung, und ist in einer Reihe von Staaten die Einführung durchgehender B. durch Gesetze und Verordnungen den Bahnverwaltungen innerhalb gewisser Grenzen vorgeschrieben.

So bestimmt in Deutschland das Bahnpolizeireglement vom 30. November 1885: „Diejenigen Lokomotiven, welche zur Beförderung von Personenzügen mit mehr als 60 km Geschwindigkeit in der Stunde oder 1000 m in der Minute dienen, müssen mit Vorrichtungen versehen sein, welche es ermöglichen, daß die Tenderbremse sowohl vom Heizer mit der Hand bedient, als auch zugleich mit den Wagenbremsen vom Führerstand aus in Thätigkeit gesetzt werden kann" (§. 11). „Die mit mehr als 60 km Geschwindigkeit in der Stunde oder 1000 m in der Minute fahrenden Personenzüge müssen mit durchgehenden B., d. h. solchen B. versehen sein, welche gleichzeitig vom Lokomotivführerstande aus in Thätigkeit gesetzt werden können. Die B. eines mit durchgehenden B. versehenen Zugs müssen in der erforderlichen Anzahl auch einzeln mit der Hand bedient werden können" (§. 12, al. 7 und 8).

In Österreich ist die Einführung durchgehender B. allerdings nicht obligatorisch, doch hat die Aufsichtsbehörde unterm 20. September 1877 den Eisenbahnverwaltungen die Anwendung der durchgehenden Hardy-B. empfohlen, und hat jede Bahn mit Schluß eines Halbjahrs die mit durchgehenden B. ausgerüstete Zahl von Lokomotiven und Wagen bekanntzugeben.

In der Schweiz ist die Einführung kontinuierlicher B. durch eine Reihe von Bundesbeschlüssen befohlen. Nur die Lokal- und Specialbahnen sind von der Einführung solcher B. unter gewissen Bedingungen und Vorbehalten dispensiert.

In Holland ist vorgeschrieben, daß sämtliche Züge zur Personenbeförderung, welche mit mehr als 60 km Geschwindigkeit pro Stunde fahren, mit einer automatischen, kontinuierlichen B. versehen sein müssen.

In Frankreich wurde durch Ministerialerlaß vom 13. September 1880 angeordnet, daß alle Personenzüge, deren normale Geschwindigkeit 60 km pro Stunde erreicht, mit kontinuierlichen B. zu versehen seien. Die Beschränkung gelegentlich der vorgedachten Einführung hatte, wie in dem Ministerialerlaß vom 24. Februar 1885 hervorgehoben wurde, lediglich ihren Grund in der Rücksicht auf die Gesellschaften, welche man nicht in die Notwendigkeit versetzen wollte, in allzu kurzer Zeit die Kosten zu bestreiten, welche die sofortige Umänderung des gesamten Personenzugmaterials erfordert haben würde. Nachdem aber 1886 die durch den 1880er Erlaß vorgeschriebenen Einrichtungen beendet und sämtliche für schnellfahrende Züge bestimmten Personenzüge mit kontinuierlichen B. versehen waren, ersuchte der Minister in einem neuen Erlaß vom 29. März 1886 die Eisenbahngesellschaften, die Anbringung der kontinuierlichen B. an allen Personenwagen und allen in Personenzügen einzureihenden Gepäck-, Stall-, Fahrzeug-, Milch- und Fischtransportwagen etc. zu veranlassen, und die Arbeiten derart zu beschleunigen, daß in spätestens zwei Jahren sämtliche Personenzüge und Omnibuszüge mit kontinuierlichen B. versehen sind. Auch sollten innerhalb der gleichen Frist alle zur Beförderung der vorbezeichneten Züge dienenden Lokomotiven mit diesen B. versehen sein.

In England haben nach dem Gesetz vom 30. August 1889 die Eisenbahnen bei allen personenführenden Zügen durchgehende B. innerhalb eines vom Handelsamt festzusetzenden Zeitraums einzuführen, welche folgende Bedingungen erfüllen müssen:

1. Die B. müssen sofort in Thätigkeit treten können und derart eingerichtet sein, daß sie vom Maschinenführer und vom Zugspersonal gehandhabt werden können.

2. Die B. müssen selbstthätig sein, so daß dieselben in Funktion treten, wenn der Zusammenhang des Zugs unterbrochen sein sollte.

3. Die B. muß an jedem Fahrzeug des Zugs angebracht werden können, gleichviel ob dasselbe ein Personenwagen ist oder nicht.

4. Die B. muß im täglichen Verkehr in regelmäßiger Thätigkeit sein.

5. Die Materialien der Bremsvorrichtungen müssen von dauerhafter Art sein, und müssen letztere leicht in Stand erhalten werden können.

Das Gesetz ist nur mehr für eine geringe Zahl von Bahnen von praktischer Bedeutung, da die große Mehrzahl der Bahnen aus eigenem Antrieb schon durchgehende und selbstthätige B. bei ihren Zügen eingeführt hat.

Im Ausnahmefall wird für gemischte Züge, unter gewissen Bedingungen auch für einzelne nicht für Personenbeförderung bestimmte Wagen mit Genehmigung des Handelsamts von der Anwendung durchgehender B. abgesehen.

In Nordamerika ist neuestens ein Gesetz in Vorbereitung, wonach nicht nur die Personen-, sondern auch alle im Zwischenstaatenverkehr zur Verwendung kommenden Güterwagen mit durchgehenden B. versehen sein müssen.

Der Einführung durchgehender B. eines bestimmten Systems gingen vielfach bei den betreffenden Verwaltungen ausgedehnte praktische Versuche zur Erprobung des Werts der verschiedenen Bremssysteme voraus. In Preußen wurden derartige Versuche schon im Jahr 1877 bei Guntershausen begonnen, ohne daß man hierbei zu einem endgültigen Beschluß über die Wahl eines bestimmten Systems gelangt wäre.

Nachdem die verschiedenen Konstruktionen alsdann mehrere Jahre hindurch im Betrieb Verwendung gefunden hatten, wurden die Guntershausener Versuche im Sommer 1881 auf der Strecke Halensee-Dreilinden bei Berlin nochmals wiederholt, und alsdann sämtliche in Betracht kommenden Systeme im regelmäßigen Betrieb auf der Strecke Berlin-Breslau in der Zeit vom 15. Oktober 1881 bis 1. April 1882 bei Schnell- und Kurierzügen in Benutzung genommen.

Es konkurrierten hierbei:

1. System Heberlein (selbstthätige Friktionsbremse);

2. System Westinghouse (selbstthätige Luftdruckbremse);

3. System Carpenter (selbstthätige Luftdruckbremse);

4. System Steel (selbstthätige Luftdruckbremse);

5. System Sanders (selbstthätige Vakuumbremse);

6. System Smith-Hardy (kontinuierliche, nicht selbstthätige Vakuumbremse);

7. die gewöhnliche Handspindelbremse.

Nach Beendigung der Versuche und Zusammenstellung der Versuchsergebnisse traten auf Veranlassung des Ministers der öffentlichen Arbeiten Vertreter aller preußischen Staatseisenbahnverwaltungen zur Beratung zusammen, um wegen des zu wählenden Systems Vorschläge zu machen. Dieser Versammlung waren außer anderen auch folgende Vorfragen zur Beantwortung vorgelegt: Ob durch Einführung einer kontinuierlichen, d. h. einer solchen B., die es dem Lokomotivführer gestattet, sämtliche B. des Zugs, also auch diejenigen der Wagen von seinem Stand aus in Thätigkeit zu setzen, eine erhöhte Sicherheit des Betriebs zu erzielen sei? Diese Frage ist von den Vertretern sämtlicher kgl. Eisenbahndirektionen bejaht worden. Die schnelle Handhabung sämtlicher B. des Zugs durch den Lokomotivführer lasse die kontinuierlichen B., ganz abgesehen davon, ob sie selbstthätig wirken oder nicht, als besonders wertvoll erscheinen; hierin liege ihr Hauptvorzug vor den Handbremsen. Ferner lag die Frage vor: Welche

Systeme kontinuierlicher B. erscheinen im großen durchführbar, ohne daß man Gefahr läuft, von der Durchführung späterhin wieder Abstand nehmen zu müssen? Die Versammlung hat diese Frage dahin beantwortet, daß sämtliche Systeme im großen als durchführbar anzusehen seien, daß dieselben aber in Bezug auf Sicherheit und Schnelligkeit ihrer Wirkung, auf ihre Unterhaltung und Bedienung, auf die größere oder geringere Anzahl von Versagungen u. s. w. nicht gleichwertig seien, und daß vor allem ein einheitliches, möglichst einfaches System für die Hauptbahnen einzuführen sei. Es ist sodann das Verhalten der verschiedenen Systeme auf anhaltenden Gefällsstrecken beleuchtet und die Frage erörtert worden, ob die einzuführende kontinuierliche B. zugleich auch selbstthätig wirken müsse. Die Versammlung, welche es bei allen Systemen für nötig erachtete, dem Zug einen sachverständigen Wagenwärter (Schlosser) beizugeben, der gleichzeitig das Schmieren und Heizen überwachen könne, hat sich einstimmig für die Wahl einer selbstthätigen B. ausgesprochen.

Bei der schließlichen Wahl des für die Staats- und unter Staatsverwaltung stehenden Bahnen anzunehmenden Systems entschied sich die große Mehrheit der Versammlung (zwei Drittel) für das System Carpenter. Die verhältnismäßig einfachen Details des letzteren, welche neben einer schnellen und kräftigen Bremswirkung eine möglichst große Betriebssicherheit und ein seltenes Versagen der B. erhoffen ließen, dürften bei diesem Beschluß vorzugsweise ausschlaggebend gewesen sein.

Für die Betriebsmittel der Bahnen von untergeordneter Bedeutung wurde die Heberlein-B. angenommen, weil in den gemischten Zügen dieser Bahnen wegen der Mitführung von Güterwagen ein anderes System kontinuierlicher B. überhaupt nicht wohl anwendbar erschien.

Weitere von den preußischen Staatsbahnen im Jahr 1887 bei Göttingen angestellte Bremsversuche ergaben ein die Überlegenheit der Schleifer'schen über die Carpenter'sche Bremsvorrichtung darthuendes Resultat (Glasers Annalen, 1887).

Die Generaldirektion der großherzogl. badischen Staatseisenbahnen führte am 12. und 13. April 1886 auf der Strecke Meckesheim-Neckarelz Versuche mit je einem Zug mit Westinghouse- und Schleifer-B. durch, welche in jeder Beziehung zu Gunsten der Westinghouse-B. ausfielen (Z. d. V. D. E.-V. 1886 und Organ f. d. F. des Eisenbahnwesens, 1887).

In Rußland wurden von der großen russischen Eisenbahngesellschaft auf der Strecke St. Petersburg-Warschau im Jahr 1887 vergleichende Versuche mit der Wenger- und Westinghouse-B. angestellt, welche zu dem Beschluß führten, unter Ausschluß jedweder anderen Bremsart die Wenger-B. einzuführen (Organ f. d. F. des Eisenbahnwesens, 1888).

In Amerika wurden sehr umfangreiche Bremsversuche auf der Chicago-Burlington- and Quincy-Bahn in der Umgebung von Burlington durchgeführt.

Nachdem die im Sommer 1886 unternommenen Versuche ohne thatsächlichen Erfolg geblieben waren, da die sämtlichen B. der Anforderung, einen 50 Wagen = 200 Achsen starken Zug ohne übermäßige Stöße rasch und gleichmäßig zu bremsen, nicht entsprachen, fand im Sommer 1888 eine Fortsetzung der Versuche (zu welchen acht Bremssysteme angemeldet waren) statt, deren Ergebnisse vom Bremsausschuß in Folgendem zusammengefaßt wurde:

1. Die beste B. für lange Güterzüge ist eine solche, welche mittels Luftdruck oder Luftleere wirkt und deren Steuerventile durch Elektricität gehandhabt werden.

2. Eine derartige B. besitzt folgende Vorzüge:

a) dieselbe hält die Züge auf möglichst kurze Entfernungen an;

b) dieselbe beseitigt die Stöße und die dadurch hervorgerufenen Schäden an den Wagenteilen;

c) dieselbe kann augenblicklich gelöst werden;

d) die Bremskraft kann vollkommen geregelt werden.

3. Die sämtlichen genannten Vorzüge besitzt nur die Carpenter-B., weshalb der Ausschuß die möglichst weitgehende Benutzung der Elektricität, welche nur die Carpenter-B. zuläßt, für zweckmäßig hält (Organ f. d. F. des Eisenbahnwesens, 1888).

Mit der schnellwirkenden Westinghouse-B. wurden 1888 Versuche auf den Hauptbahnen Nordamerikas bezüglich der Verwendbarkeit für lange Züge gemacht, wobei die Burlingtoner Versuche wiederholt wurden, und wurde hierbei ein sehr günstiges Resultat erzielt; es gelang nämlich, einen Zug von 50 Wagen gänzlich stoßfrei und in kürzester Zeit zu bremsen (Organ f. d. F. des Eisenbahnwesens, 1888).

Am 21. Juli 1889 wurden auf der Manchester, Sheffield und Lincolnshire Railway Versuche durchgeführt, welche die Anwendbarkeit der selbstthätigen Vakuumbremse auf lange Züge erwiesen (Ztsch. f. Eisenb. u. Dampfschiff., 1889, Nr. 43).

Was den Prozentsatz der mit durchgehenden B. versehenen Fahrbetriebsmittel anbelangt, so nimmt Großbritannien und Irland den ersten Platz ein. Nach dem Ausweis des Board of Trade für das erste Halbjahr 1888 waren 9417 Lokomotiven oder 93,7% und 47 703 Personen-, Gepäckwagen u. s. w. oder 91% mit durchgehenden B. ausgerüstet.

In Deutschland waren im Jahr 1887/88: 2739 Lokomotiven oder 21%, 2018 Tender oder 21% mit durchgehenden B., ferner 5735 Personenwagen oder 24% mit durchgehenden Bremsapparaten und 3445 Personenwagen oder 14,5% mit Bremsleitungen versehen. Von Güter-, Gepäck- und Postwagen waren 2428 oder 0,9% mit durchgehenden Bremsapparaten und 920 oder 0,4% mit Bremsleitungen ausgerüstet.

In der Schweiz stellt sich das prozentuale Verhältnis für das Jahr 1888 bei Lokomotiven auf 37,4%, bei Personenwagen auf 18,4% und bei Bahnpost- und Gepäckwagen auf 26,1%.

In Oesterreich-Ungarn waren 1888 2480 Lokomotiven und 8910 Wagen mit durchgehenden B. eingerichtet.

Nach dem Referate des II. internationalen Eisenbahnkongresses in Mailand waren mit durchgehenden B. anfangs 1887 ausgerüstet:

In Frankreich (bei den sechs großen Eisenbahngesellschaften) 3043 Lokomotiven und 30 802 Personen- und Gepäckwagen;

in Belgien (Staatsbahnen) 582 Lokomotiven, 37 Dampfwagen und 3973 Personen- und Gepäckwagen;

in Italien (Adriatisches und Mittelmeernetz) 208 Lokomotiven und 876 Personen- und Gepäckwagen.

Die Einführung durchgehender B. erfolgt in der Regel nur bei den in Schnell- und Personenzügen verkehrenden Wagen von Vollbahnen, wogegen man sich bei Nebenbahnen in der Regel mit Spindelbremsen begnügt. (Der dritte internationale Eisenbahnkongreß in Paris hat solche B. für Nebenbahnen als vollständig ausreichend anerkannt.)

Was die Güterwagen betrifft, so sind diese am Kontinent und in England nur in ganz geringer Zahl mit durchgehenden B. ausgerüstet. Die Ursache hiervon liegt einerseits in den hohen Kosten, andererseits in den Schwierigkeiten, welche sich aus der Änderung der Zugszusammenstellung für die Einführung ergeben würden. Nur in Nordamerika hat die Ausrüstung der Güterwagen mit durchgehenden B. bedeutende Fortschritte gemacht, und befanden sich bereits im Jahr 1887 gegen 50 000 Güterwagen mit solchen B. in Verwendung. Diese Zahl wird sich, falls der oberwähnte in Beratung stehende Gesetzentwurf zum Gesetz erhoben werden sollte, noch ganz bedeutend steigern.

In Bezug auf die Verbreitung der einzelnen Systeme durchgehender B. sei bemerkt, daß die Systeme von Westinghouse und Hardy bisnun die größte Verwendung gefunden haben. Es waren 1889 ausgerüstet: mit Westinghouse-B. 25 000 Lokomotiven und 180 000 Wagen, mit Hardy-B. (in Europa) 12 800 Lokomotiven, sowie 65 000 Wagen und mit Carpenter-B. etwa 2250 Lokomotiven und 15 000 Wagen.

In den einzelnen Staaten sind hauptsächlich folgende Bremssysteme zur Einführung gelangt, und zwar in:

Deutschland (Staatsbahnen): Preußen: Carpenter, Heberlein, Hardy, Gewichtsbremsen (v. Borries), Westinghouse, Schleifer; Baden: Westinghouse, Schmid (Schraubenbremse); Bayern: Westinghouse, Schleifer (Pfälzische Bahnen); Sachsen: Heberlein, Carpenter, Schleifer; Württemberg: Westinghouse, Carpenter; Reichslande: Vacuum Brake Co., Hardy, Westinghouse, Schleifer; Oldenburg: Heberlein, Schleifer, Carpenter. Die übrigen deutschen Bahnen haben zumeist das System Heberlein und Schleifer in Verwendung.

Österreich-Ungarn: Hardy; und zwar fast alle Bahnen Österreich-Ungarns, mit Ausnahme der kgl. ungarischen Staatsbahnen, welche die B. von Westinghouse zur Einführung gebracht haben.

Niederlande: Westinghouse; bei der holländischen Eisenbahn: Middelberg.

Belgien (Staatsbahnen): Westinghouse; Grand Central belge: Hardy.

Schweiz: Westinghouse - Henry, Hardy (Gotthardbahn), Wenger, Klose (Brünigbahn, Vereinigte Schweizerbahnen), Heberlein, Körting, Schleifer, Vacuum Brake Co.

Italien: Hardy (Adriatisches Netz), Westinghouse (Mittelmeernetz), Körting, Schleifer.

Frankreich: Westinghouse (Est, Ouest, État, Midi, Paris-Lyon-Méditerranée), Hardy (Nord), Wenger (Orléans, Midi).

Spanien: Hardy, Carpenter, Vacuum Brake Co.

Portugal: Vacuum Brake Co.

Großbritannien und Irland: Hardy (27 Bahnen), Westinghouse (20 Bahnen), Smith (15 Bahnen), Clark and Webb (8 Bahnen), Fay and Newall (7 Bahnen), Heberlein (1 Bahn), Steel (1 Bahn).

Dänemark: Hardy, Vacuum Brake Co.

Schweden: Hardy, Sanders, Körting.

Norwegen: Körting.

Rußland: Hardy (Moskau-Rjäsan, Rjäsan-Koslow, Zarskoje-Sselo, Moskau-Brest, Losowo-Sewastopol, Transkaukasische Eisenbahn, Orenburgbahn, Warschau-Wiener Eisenbahn, Kursk-Kiew, Morschansk-Sysran, Große russische Eisenbahngesellschaft), Westinghouse (Petersburg-Moskau, Kiew-Odessa, Wladikawkas), Körting (Moskau-Kursk, Grjasi-Zarizyn), Wenger (Petersburg-Warschau), Carpenter (Petersburg-Reval), Heberlein (Orel-Witebsk).

Türkei: Hardy.

Griechenland: Vacuum Brake Co

Rumänien, Serbien, Bulgarien: Hardy und Westinghouse.

Vereinigte Staaten von Nordamerika: Westinghouse, Carpenter, James Rote, Widdifield and Button, American Brake, Heberlein.

Litteratur: Werke, welche die B., insbesondere durchgehende B., umfassend behandeln, bestehen nicht. Einschlägige Abhandlungen s. Brunner, Schnellzüge und kontinuierliche B., und eine sachbezügliche Studie über die Entgleisung auf der Nordostbahn (20. Juni 1874), Bern 1874; Continous Brakes, Replies to circular letter of the Board of Trade dated 10th June 1880, addressed to the several Railway Companies in the United Kingdom, with regard to the adoption of Continous Brakes on Railway Trains, London 1880; Meyer, Der Eisenbahnwagenbau, Berlin 1884; Congrès international des chemins de fer à Milan Compte rendu général, Question XII „Freins continus", Bruxelles 1888; Bonnin, Freins continus pour chemins de fer, Paris 1888; Congrès international des chemins de fer, Paris 1889 (elektrische B.); Heusinger, Handbuch für specielle Eisenbahntechnik, Bd. II u. III: Der Eisenbahnwagenbau, Leipzig 1870, woselbst auch Angaben über ältere Litteratur sich vorfinden. Beschreibungen der einzelnen Systeme sind den zahlreichen Broschüren der Erfinder, bezw. Vertriebsgesellschaften zu entnehmen. Derartige Veröffentlichungen sind u. a. erfolgt von Westinghouse, Carpenter, Hardy, Schleifer, Körting, Heberlein, Schmid, Soulerin u. a. m. S. ferner Abhandlungen in technischen Zeitschriften, wie: Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Glasers Annalen, Engineering u. s. w. Kienesperger.

Bremsersitze (*Brake-man's boxes*, pl.; *Guérites*, f. pl., *vigies*, f. pl., *des serre-freins*), Schaffnersitze, die an den Stirnseiten der für Handbremsen eingerichteten Wagen angebrachten Sitze, von welchen aus die Bremser während der Fahrt die Bremsen bedienen.

Die B. müssen von beiden Seiten des Zugs leicht zugänglich sein, eine freie Aussicht über den Zug und auf die Strecke gewähren; auch sollen die Pfeifensignale von denselben aus gut hörbar sein.

Die B. werden entweder ganz offen oder in halb geschlossenen, oder auch in ganz geschlos-

senen Hütten (sogenannten Bremserhütten) ausgeführt.

Die offenen B. nehmen keinen Laderaum (bezw. Bodenfläche) in Anspruch, lassen sich mit geringem Gewicht herstellen und gestatten bei entsprechender Höhenlage die Signale deutlich und gut wahrzunehmen; dagegen haben sie den Nachteil, daß das Personal gegen die Witterungsunbilden nicht geschützt ist, so daß infolge der Einwirkung besonders schlechten Wetters und strenger Kälte auf das Personal selbst die Sicherheit des Verkehrs beeinträchtigt werden kann.

In letzter Zeit werden die offenen B. namentlich aus humanitären Rücksichten nicht mehr ausgeführt und fast ausschließlich halb offene oder ganz schließbare Bremshütten gebaut. Letztere haben aber wieder den Nachteil, daß die Fenster der Hütten durch Rauch, im Winter auch durch Eis, vollständig undurchsichtig werden.

Die B. werden entweder mit der Rückenlehne parallel mit der Wagenachse als Längssitze oder senkrecht zur Wagenachse als Quersitze ausgeführt.

Erstere Anwendung gestattet eine bequemere Aussicht über den Zug nach beiden Richtungen, jedoch nur auf einer Seite des Zugs, die letztere Anordnung dagegen eine Aussicht über den Zug von beiden Seiten, aber nur nach einer Zugsrichtung.

Die halboffenen Bremshütten mit Längssitzen sind jenen mit Quersitzen vorzuziehen, weil letztere den Nachteil haben, daß die Bremser bei der Stellung des Wagens mit nach vorn offener Hütte durch Rauch, Zugluft, Funkenflug, Regen und Sturm zu leiden haben.

Bei offenen Wagen mit umlegbaren Stirnwänden werden umklappbare offene Bremsersitze an einer Wagenecke mit Kettengeländern angebracht, damit bei Verladungen von Transporten, für welche ein Umlegen der Stirnwände erforderlich ist, auch die B. und das Bremsgeländer kein Hindernis bilden.

Für Güterwagen und für Personenwagen mit Coupésystem wird der Aufstieg zu den B. außen an den Stirnwänden der Wagen mittels stiegenartig angebrachter Trittbleche hergestellt; bei Gepäckwagen und bei Personenwagen mit Interkommunikationssystem wird der Aufstieg zum B., insoferne nicht besondere Plateaus für die B. vorhanden sind, im Innern der Wagen durch Anbringung geeigneter Treppen (Stufen) vermittelt.

Die Anordnung der B., der Fußtrittbretter und Geländer derselben, sowie der Bremshütten und deren Thüren muß derart sein, daß die in Betracht kommenden Durchfahrtsprofile anstandslos durchfahren werden können und daß selbst bei vollkommen zusammengedrückten Buffern keine Teile der B. über die Buffer hinausragen und dabei der Raum zwischen den Buffern nicht so beschränkt wird, daß eine zwischen dieselbe tretende Person gefährdet werden kann.

Bei den offenen B. darf ebenso wie bei Bremsplateaus das Fußtrittbrett nur so hoch über der Schienenoberkante liegen, daß beim Durchfahren von Tunnels, Unterfahren oder Passieren anderer Objekte ein Mann ungehindert noch aufrecht stehen kann.

In dieser Beziehung sind für die Verwaltungen des Vereins Deutscher Eisenbahnen in den Technischen Vereinbarungen unter § 117, al. 1, 2 und 3, sowie § 130, die entsprechenden Vorschriften enthalten. — Durch § 117, al. 1, sind die Auslademaße für Breite und Höhe bestimmt; desgleichen ist in al. 4 speciell angegeben, daß die Fußtrittbretter der Schaffnersitze nicht höher als 2,85 m über der Schienenoberkante liegen dürfen.

Nach § 130 der Technischen Vereinbarungen müssen die außerhalb des vorgeschriebenen freien Raums zwischen den von der Kopfschwelle vorspringenden Teilen und den Bufferflächen (die Dimensionen dieses Raums sind bei vollständig eingedrückten Buffern in der Breite mit mindestens je 400 mm zu beiden Seiten des Zughakens, in der Höhe mit mindestens zwei Meter über Schienenoberkante und in der Tiefe mit 300 mm in der Wagenachse festgesetzt) vorspringenden Teile der B., sowie der Bremshäuser hinter der Stirnfläche der völlig eingedrückten Buffer mindestens 40 mm zurückstehen.

Die Frage, ob vom Standpunkt

a) der Sicherheit des Dienstes,

b) der Gesundheit des Personals,

c) der Konstruktion der Wagen (Gewicht, Laderaum),

d) der Erhaltungskosten

offene, halboffene oder bedeckte B. oder Ersatz derselben durch Bremsplateaus vorzuziehen seien, wurde in der 1884 in Danzig abgehaltenen Technikerversammlung der dem V. D. E.-V. angehörenden Techniker eingehend erörtert. Hierbei sprach man sich dahin aus, daß die gedeckten B. mit Rücksicht auf die Gesundheit des Personals unbedingt vor den offenen B., sowie vor den Plateaus den Vorzug verdienen, daß erstere aber auch vom Standpunkt der Sicherheit des Dienstes vorzuziehen seien, da aus dem gegen Witterungseinflüsse vollkommen geschützten Raum ein weit freierer Überblick als bei offenen B. ermöglicht ist. Die Nachteile der geschlossenen B. bezüglich der Gewichtsvermehrung und Verringerung des Laderaums, sowie der Vergrößerung der Erhaltungskosten lassen sich nach Anschauung der erwähnten Technikerversammlung durch zweckmäßige Konstruktion auf das engste begrenzen.

Schützenhofer.

Bremsgehänge, s. Bremsen.

Bremsklotz, s. Bremsen.

Bremskurbel, s. Bremsen.

Bremsleine, s. Bremsen.

Bremsleitungswagen sind die für kontinuierliche Bremsen zur Verbindung der Bremsapparate eingerichteten Wagen.

Die B. sind demnach für pneumatische Bremsen mit Luftleitungsrohren, für Dampfbremsen mit Dampfleitungsrohren, für Friktionsbremsen mit Bremszugleinen u. dgl. und stets an beiden Stirnseiten der Wagen mit den erforderlichen Kuppelungsstücken für die Verbindung der Leitung von einem Wagen zum andern versehen. Die B. sind jedoch nicht bremsbar (s. Bremsen).

Bremsmutter, s. Bremsen.

Bremsplateaus sind die an den Stirnseiten der mit Handbremsen versehenen Personen- und Güterwagen angebrachten Plattformen, von denen aus die Bremser während der Fahrt die Bremsen bedienen.

Die B. werden für offene Güterwagen ohne Dachung, jene für Personen, Post- und gedeckte Güterwagen dagegen gedeckt ausgeführt und bildet hierbei die Verlängerung des Wagendachs die Decke der B. Die B. werden längs der Wagenkopfschwelle durch geeignete Geländer abgeschlossen.

Vom Standpunkt der Schonung des Personals sind gedeckte Bremsersitze den B. entschieden vorzuziehen. Dagegen läßt sich nicht verkennen, daß bei den B. die Sichtbarkeit und Hörbarkeit der Signale minder beschränkt ist, als bei bedeckten Bremsersitzen; doch hält man dafür, daß dieser Nachteil der bedeckten Bremsersitze reichlich aufgewogen wird durch den freien Überblick aus dem gegen Witterungseinflüsse vollkommen geschützten Raum. S. diesbezüglich, sowie wegen der Dimensionierung der B. den Artikel Bremsersitze.

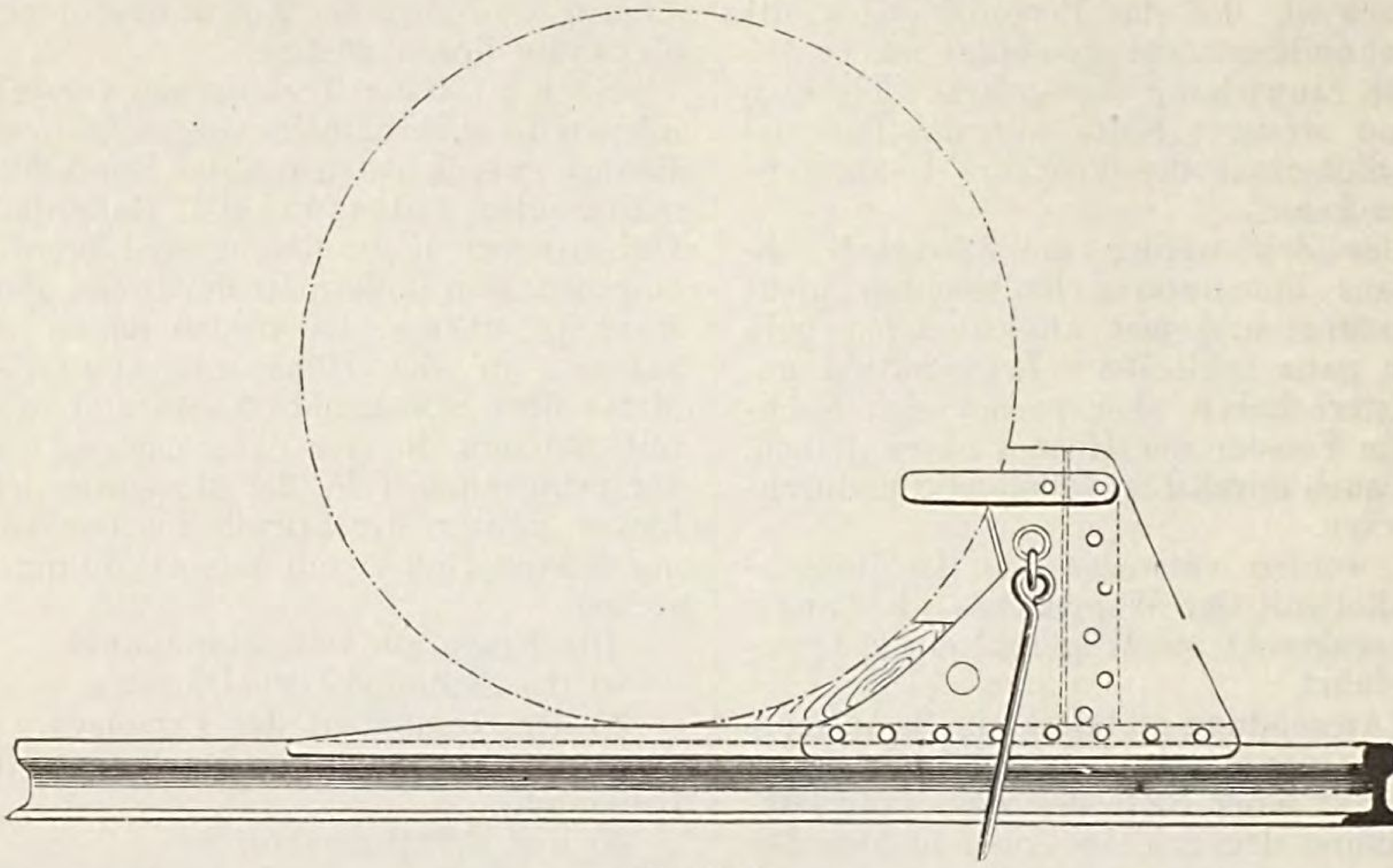


Fig. 400 *a*.

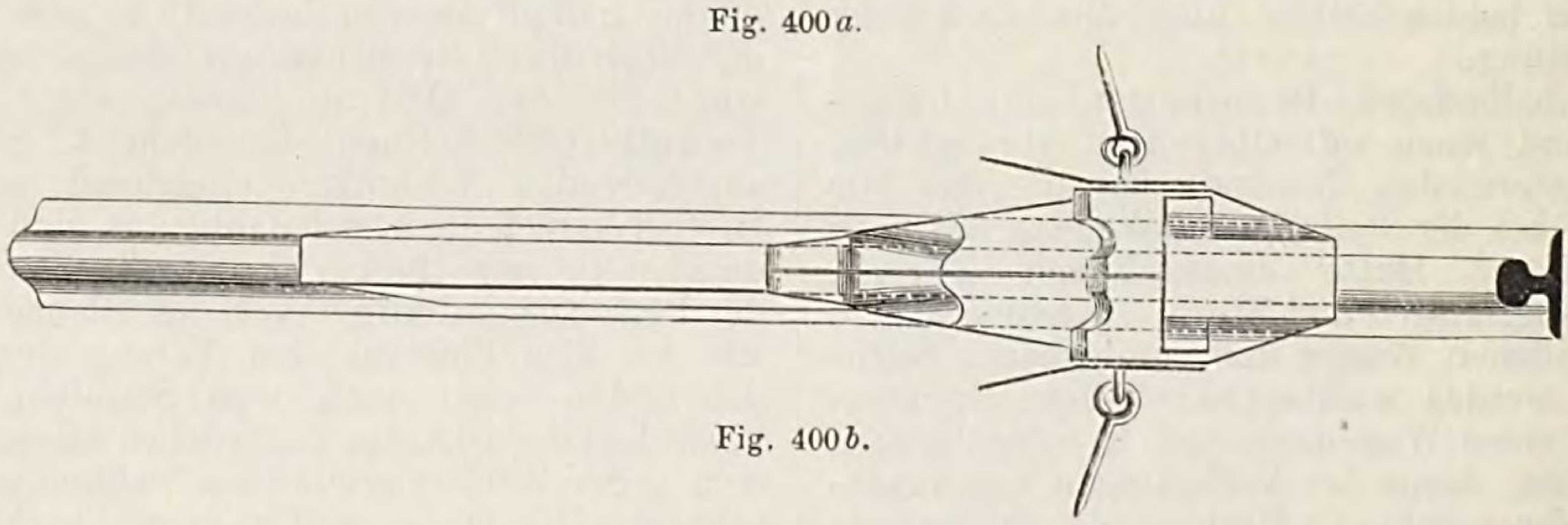


Fig. 400 *b*.

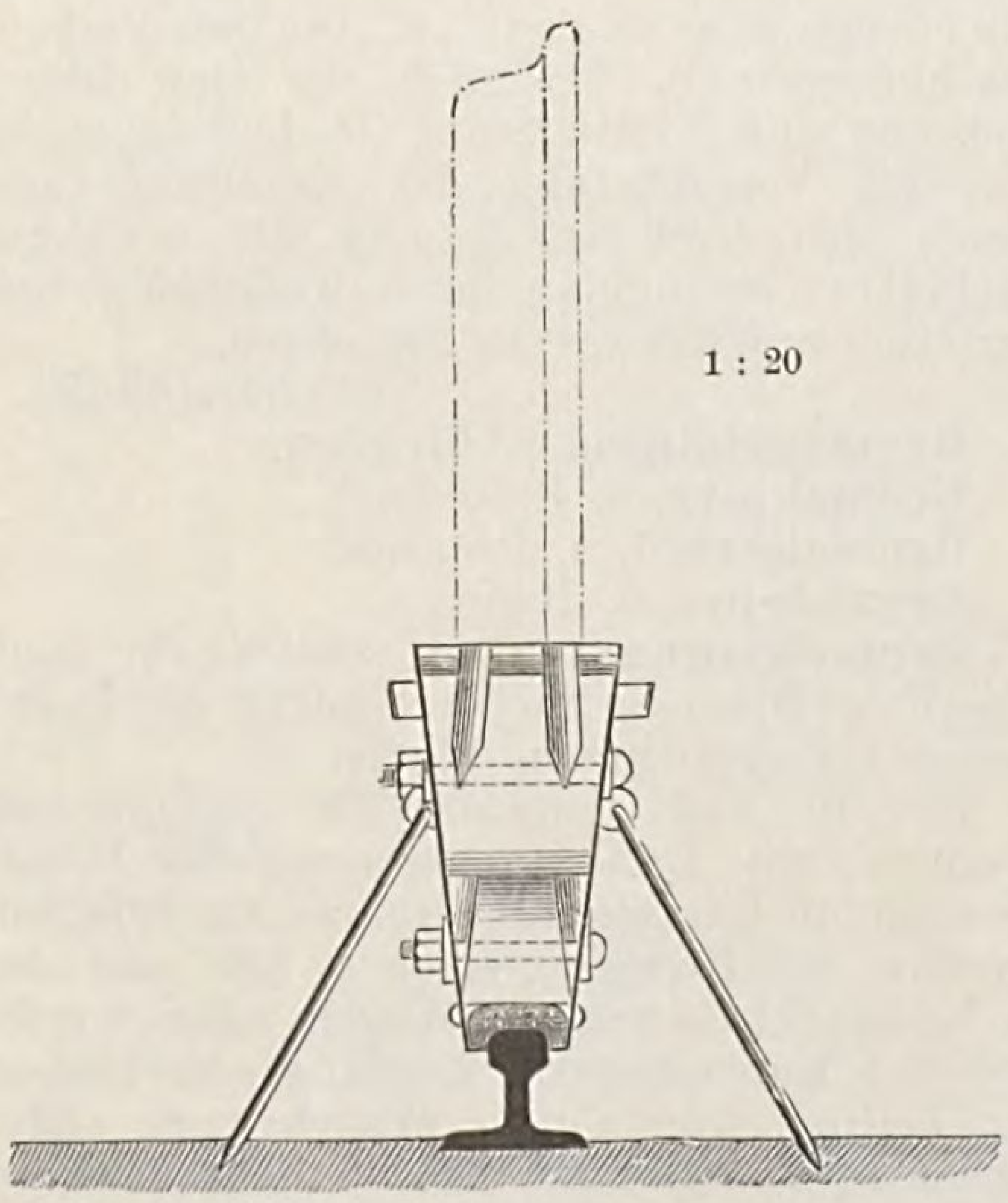


Fig. 400 *c*.

Bremsprügel, s. Bremsschuhe.

Bremsscheibe, s. Bremsen.

Bremsschuhe (*Brake-blocks*, pl.; *Sabots*, m. pl., *de frein*), mit den Fahrzeugen nicht verbundene, transportable Bremsvorrichtungen, welche behufs Verhinderung der Fortbewegung der Fahrzeuge auf die Laufflächen der Schienen gelegt werden.

B. werden angewendet, um auf der Strecke entlaufene Wagen aufzufangen, auf Rangierbahnhöfen abgestoßene oder abrollende Wagen an einem bestimmten Punkt aufzuhalten, und endlich stehende Wagen gegen Weiterbewegung durch Wind u. s. w. zu sichern.

Zur Aufhaltung von Wagen auf der Strecke wird der Seemann'sche B. vielfach verwendet (s. Fig. 400 *a, b, c*). Derselbe besteht aus einer Flachschiene, deren eines Ende zugeschärft und an deren anderm Ende ein Holzkörper befestigt ist; die eine Seite dieses nach dem mittleren Raddurchmesser kreisbogenförmig ausgearbeiteten Holzkörpers ist gegen das zugeschärfte Ende der Schiene gekehrt. Zu beiden Seiten sind Eisenstangen angebracht, welche in Kloben hängen und den Zweck haben, die auf die Schiene gestellten B. gegen das Umkippen zu sichern. Solche B. werden in Gefällsstrecken bei den Wächterhäusern hinterlegt, um von dem Wächter im Bedarfsfall verwendet zu werden. Erhält der

Wächter beispielsweise das Signal „Entlaufene Wagen“, so hat er den B. schleunigst mit der Spitze gegen die anrollenden Wagen auf eine Schiene zu setzen und mit den beiden Stützen derart gegen das Schotterbett oder eine Schwelle zu stützen, daß der Bremsklotz feststeht. Die Stützen müssen gegen die Wagen zu geneigt sein, damit sie sich bei dem späteren Schleifen des B. nicht an den Schwellen spießen. Die Wirkungsweise ist folgende: Ein Rad des ersten Räderpaars der anrollenden Wagen läuft über die scharfe Spitze des B., legt sich an den gerundeten Holzkörper und schiebt denselben vor sich her. Da das Rad bereits auf der Flachschiene des B. steht und diese mitschleift, so kann es sich nicht weiter drehen und zwingt auch das zweite Rad des gleichen Räderpaars zu schleifen. Damit der B. während des Schleifens nicht kippen kann, ist er beiderseits mit Blechen armiert, welche das Rad seitlich übergreifen (um circa 50 mm), und weiters ist wie ein Bremsklotz wirkt. Diese Manipulation erfordert jedoch auf größeren Bahnhöfen ein zahlreiches Personal und von diesem eine bedeutende Arbeitsleistung.

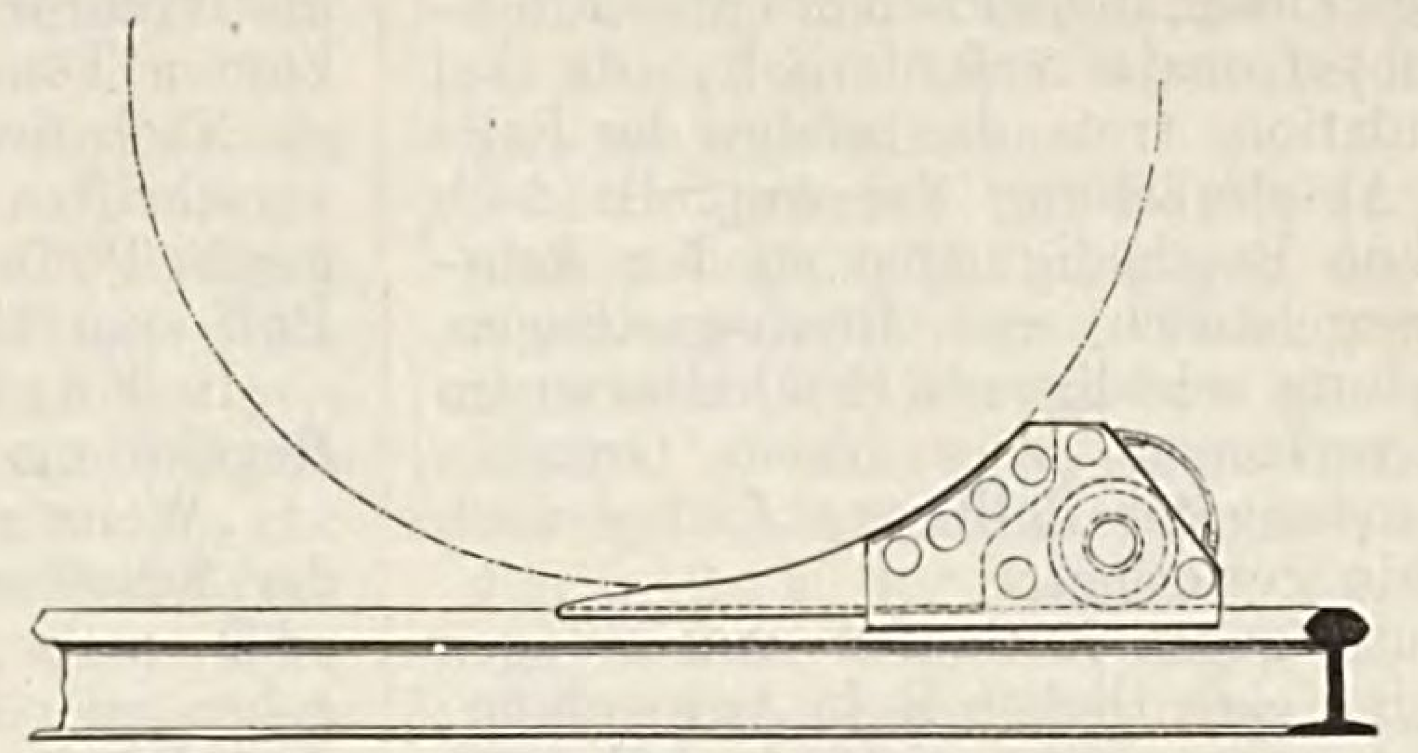


Fig. 401 *a*. 1 : 20

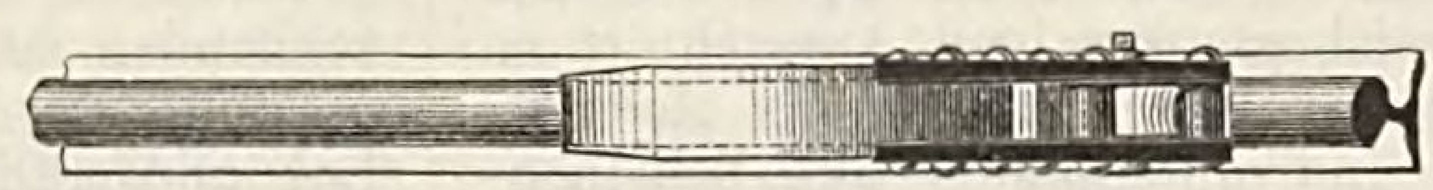


Fig. 401 *b*.

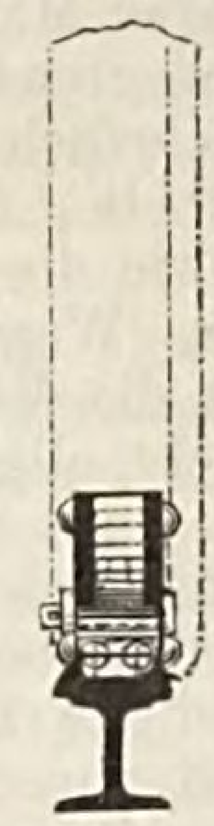


Fig. 401 *c*.

Als Ersatz für den Bremsknüttel werden auf größeren Bahnhöfen sogenannte Rollbremsschuhe (Fig. 401 *a, b, c*) angewendet, welche im Princip dem Seemann'schen B. ähnlich,

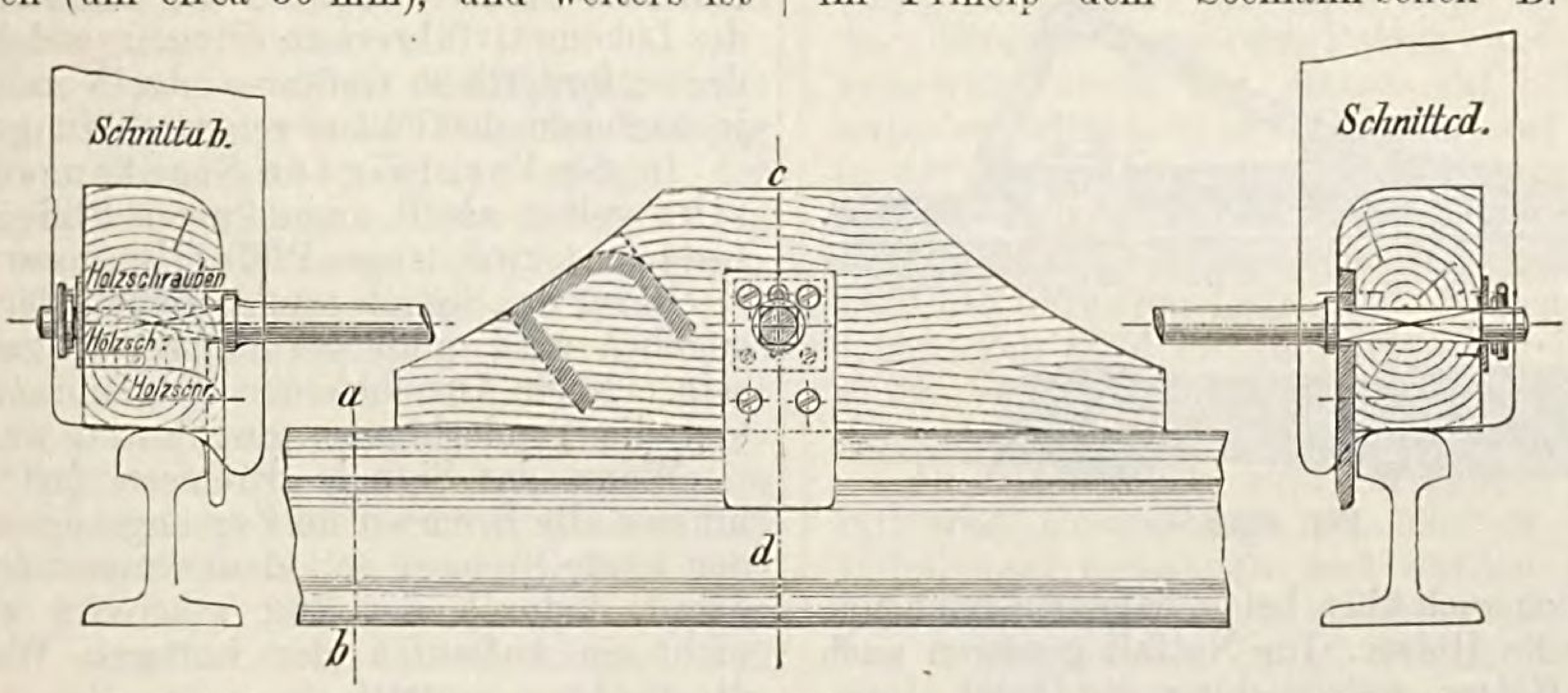


Fig. 402 *b*. Fig. 402 *a*. Fig. 402 *c*.

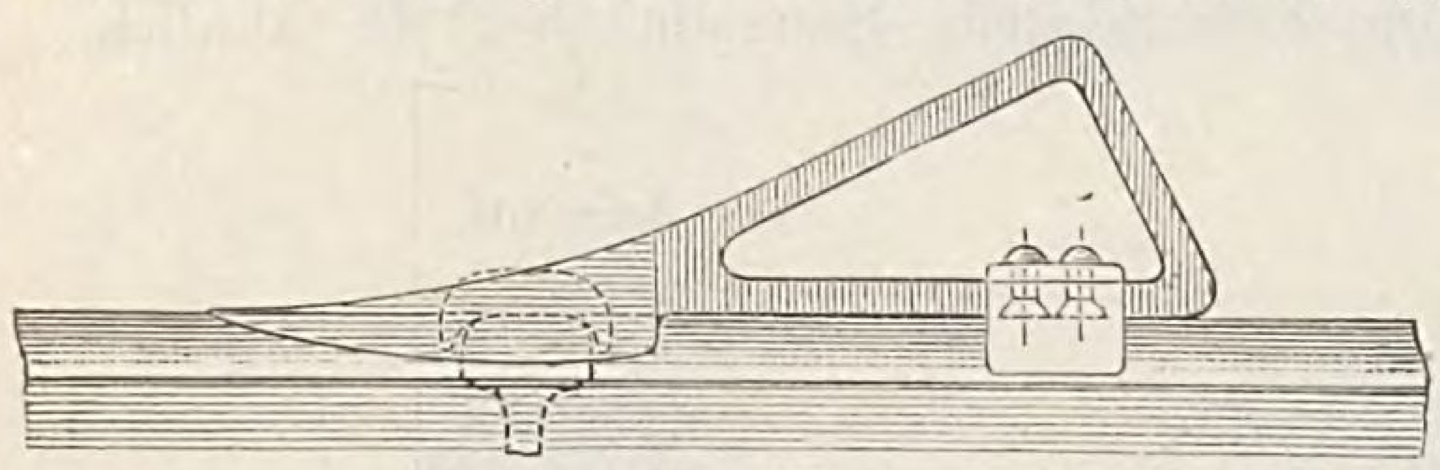
der Holzklotz entsprechend dem Tyreprofil ausgearbeitet. Selbstverständlich entstehen beim Auffangen entrollter Wagen mittels des B. sowohl an diesem als den Wagen zumeist Beschädigungen; dieselben stehen jedoch in keinem Verhältnis zu dem Schaden, welchen diese Wagen anrichten könnten, wenn sie nicht rechtzeitig in ihrem Lauf gehemmt würden.

Für Rangierzwecke sind solche B. mit Rücksicht auf den kräftigen Widerstand, welchen sie dem Fahrzeug entgegenstellen, nicht brauchbar und werden daher hierfür andere Bremsvorrichtungen angewendet. Auf Rangierbahnhöfen müssen die Wagen eines Zugs je nach ihrer Bestimmung auf verschiedene Gleise verteilt werden. Da das Zustellen der Wagen mittels der Lokomotive zu viel Zeit erfordern würde, so werden dieselben entweder durch Abstoßen in Bewegung gesetzt oder bei Einrichtung für Rangieren auf geneigter Ebene, abrollen gelassen.

Bei Bremswagen erfolgt die Feststellung des Wagens an der bestimmten Stelle mittels der Handbremse; bei Wagen ohne Bremse wird die Feststellung vielfach mit dem Bremsknüttel (Bremsprügel) besorgt, indem derselbe von einem Arbeiter zwischen Rad und Federgehänge so eingestemmt wird, daß er jedoch viel kleiner als dieser sind. Der wesentliche Unterschied zwischen beiden B. besteht darin, daß beim Rollbremsschuh die Flachschiene oder Zunge nur mit dem spitzen Ende auf der Fahrschiene aufliegt, und daß das zweite Ende mit einer Rolle versehen ist, welche dem Schienenkopf entsprechend ausgehöhlt ist. Der B. berührt daher die Fahrschiene eigentlich nur in zwei Punkten. Beim ersten Anprall des Wagens überträgt sich der größte Teil des Raddrucks auf die Rolle, welche auf der Schiene wenig Widerstand findet. Bei zunehmender, durch das Auffahren auf den B. bedingter Verzögerung der Geschwindigkeit nähert sich die Druckkomponente rasch der auf der Eisenbahnschiene schleifenden Spitze des B., welcher durch die Zunahme des Drucks einen erhöhten Reibungswiderstand leistet und wie eine Keilbremse wirkt. Die Zunge des B. steigt so steil an, daß nach dem Anhalten des Wagens das Rückrollen desselben vom Schuh selbstthätig erfolgt, der Schuh also nicht zwischen Rad und Schiene eingeklemmt bleibt. Diese Rollbremsschuhe werden paarweise verwendet und etwa zwei Wagenlängen von jener Stelle, an welcher der Wagen stehen bleiben soll, derart aufgestellt, daß beide Räder des vordersten Räderpaars möglichst gleichzeitig auflaufen. Bei Verwendung dieser B.

kann, einige Übung vorausgesetzt, ungefähr die dreifache Leistung erzielt werden, als bei Anwendung von Bremsknütteln; immerhin ist bei Verwendung dieser B. mit Vorsicht vorzugehen und das völlige Zusammenwirken des Maschinen- und Verschubpersonals erforderlich, da bei dieser Manipulation, trotz der infolge der Rolle bedeutenden Abschwächung des Anpralls doch mehrfach schon Beschädigungen an den Achsgabeln, Lagergehäusen und Bremsgestängen, sowie die Ladung schädigende Erschütterungen der Wagen vorkamen. Aus diesen Gründen ist die Verwendung des Rollbremsschuhes noch nicht allgemein geworden.

Zum Schutz gegen Entlaufen von Wagen sind meist keine eigentlichen B. in Anwendung; hierzu bedient man sich vielfach hölzerner Keile, welche auf der Schiene aufliegen und sich mit ihrem kreisbogenförmigen Aussschnitt an das Rad anlegen (Fig. 402 *a*, *b*, *c*). Je zwei solcher Keile sind miteinander auf Schienenentfernung durch eine Eisenstange verbunden und je an der Außenseite durch eine Blechlasche vor dem Abfallen von der Schiene geschützt. Einfacher sind schuhartige Eisenkeile, welche nur unter ein Rad gesteckt werden (Fig. 403 *a*, *b*),



1 : 10

Fig. 403 *a*.

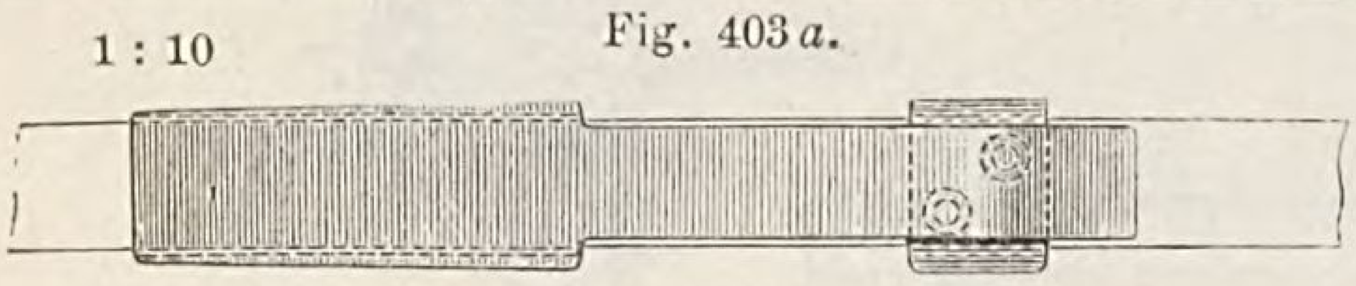


Fig. 403 *b*.

und endlich auch über beide Schienen reichende prismatische Hölzer. Im Notfall genügen auch beliebige Hölzer, welche unter die Räder eingekeilt werden, oder Holzprügel, welche man durch die Speichen eines Räderpaars steckt.

Als B. wird häufig auch jener scharnierartige Teil der Bremsgehänge bezeichnet, mit welchen der Bremsklotz direkt verbunden ist; diese Bezeichnung ist jedoch unrichtig und soll dieser Konstruktionsteil richtig Bremsklotzschuh heißen (s. Bremsen). v. Ow.

Bremssignale werden vom Lokomotivführer mit der Dampfpfeife zu dem Zweck gegeben, um die Bremser zum Anziehen oder Lösen der Handbremsen zu veranlassen.

In der deutschen Signalordnung vom 30. November 1885 kommen folgende B. vor, u. zw.:

„Bremsen anziehen“

a) mäßig, ein kurzer Pfiff;

b) stark, drei kurze Pfiffe schnell hintereinander.

„Bremsen loslassen“: zwei mäßig lange Pfiffe schnell hintereinander.

Die österreichische Signalordnung unterscheidet (Pos. 38 und 39) folgende B.:

„Bremsen fest“: mehrere kurze Pfiffe schnell hintereinander.

„Bremsen los“: ein langer Pfiff, dem zwei kurze folgen.

Nach der schweizerischen Signalordnung vom 30. März 1886 (Art. 11 und 12) besteht das Signal „Bremsen fest“ in drei aufeinanderfolgenden Tönen und wird in Fällen der Gefahr rasch hintereinander wiederholt.

Das Signal „Bremsen los“ giebt der Lokomotivführer mit zwei aufeinanderfolgenden kurzen Tönen.

Nach den französischen Signalisierungsvorschriften fordern zwei kurz aufeinanderfolgende Pfiffe zum Anziehen der Bremsen, ein Pfiff zum Lösen derselben auf.

In England enthält § 286 der Rules and Regulations folgende einschlägige Bestimmung:

„Wenn ein Lokomotivführer der Mitwirkung der Schaffnerbremsen bedarf, so muß er drei oder mehr kurze, scharfe Dampfpfeifentöne geben oder die Bremspfeife (wenn eine besondere Pfeife für diesen Zweck vorgesehen ist) gebrauchen, und wo ein Kommunikationsmittel vorhanden ist, solches anwenden.

Sollte der Schaffner die Aufmerksamkeit des Lokomotivführers zu erregen wünschen, so wird er neben dem Gebrauch des Kommunikationsmittels, wo solches vorhanden ist, seine Bremse scharf anziehen und plötzlich wieder nachlassen. Diese Manipulation verschiedene Male wiederholt, ist vermöge des Rucks, den sie verursacht, ein fast sicheres Mittel, die Aufmerksamkeit des Lokomotivführers zu erregen, welchem dann das erforderliche Gefahr- oder Vorsichtsignal, je nachdem der Fall es erfordert, zu geben ist.“

In den Vereinigten Staaten von Amerika gelten als B.: ein kurzer Pfiff „Bremsen fest“ und zwei lange Pfiffe „Bremsen los“.

Bevor das Signal zum Anziehen der Bremsen gegeben wird, muß der Regulator geschlossen sein. Nach Anziehen der Wagenbremsen darf erst die Tenderbremse geschlossen werden.

Wenn das Signal „Bremsen fest“ erfolgt, müssen alle Bremsen im Zug angezogen werden; der letzte Bremser soll damit zuerst fertig sein, damit dadurch der Zug gestreckt wird und nicht ein Auflaufen der hinteren Wagen auf die vorderen eintritt.

Das Signal „Bremsen fest“ wird nach Bedürfnis vor der Einfahrt in die Bahnhöfe gegeben, ferner bei sichtbaren oder signalisierten Hindernissen auf der Bahn oder im Zug, dann im Gefälle, wenn der Zug eine zu große Geschwindigkeit anzunehmen droht, endlich wenn aus anderen Veranlassungen der Zug in einen langsameren Gang oder zum Stillstand gebracht werden soll.

Das Signal „Bremsen los“ wird gegeben, wenn die Veranlassung des Anziehens der Bremsen nicht mehr vorliegt. Auf das Dampfpfeifensignal „Bremsen los“ der Zugmaschine müssen alle Bremser ihre Bremsen lösen, und zwar sollen nun umgekehrt wie beim Anziehen, die ersten Bremsen im Zug damit zuerst fertig werden. Die Bremsen im Zug müssen gelöst sein, bevor der Führer wieder Dampf giebt, weil sonst die Gefahr eines Zerreißens der Zugsketten eintreten könnte.

Bei den mit kontinuierlichen Bremsen versehenen Zügen kommen B. nur dann zur Anwendung, wenn diese versagen oder nicht genügen.

Bremsspindel, s. Bremsen.

Bremsstrecken, s. Bremsbrutto.

Bremswagen (*Brake-vans*, pl.; *Waggons freins*, m. pl.) sind Wagen, welche mit einer Vorrichtung zum Bremsen der Räder eingerichtet sind.

Über die Art und Konstruktion der Bremseinrichtungen siehe Bremsen.

Aus Sicherheitsrücksichten ist es nötig, in jedem Zug eine bestimmte Anzahl bremsbarer Fahrzeuge einzustellen (s. Bremsbrutto).

Bremswelle, s. Bremsen.

Bremswirkung, s. Bremsbrutto, Bremsdistanz und Bremsen.

Brennerbahn, Alpenbahn in Österreich, kürzeste Verbindung zwischen Mitteldeutschland und Italien, Eigentum der k. k. priv. Südbahngesellschaft, 125,24 km lang. Dieselbe geht von Innsbruck, dem Endpunkt der ehemaligen Nordtirolerbahn (Kufstein-Innsbruck) aus, und führt durch das Sillthal, unter Überwindung eines Höhenunterschieds von circa 725 m zum Brennerpaß in einer Seehöhe von 1367,1 m., welcher offen überschient wird; von da senkt sie sich in das Eisackthal und schließt sich im Süden in Bozen (Seehöhe 266,2 m) an den Anfangspunkt der durch das Etschthal nach Verona führenden sogenannten Südtirolerbahn an. In der Station Franzensfeste mündet die durch das Pusterthal und Kärnten nach Villach und durch Steiermark nach Marburg führende, die B. mit der Hauptlinie der Südbahn, Wien-Triest, verbindende Zweiglinie (Pusterthalbahn und Unterkärntner Linie) ein.

Der Bau dieser von Etzel (s. d.) projektierten und unter Thommens und Pressels Leitung vollendeten Eisenbahn bildete infolge der Schwierigkeiten, welche zu überwinden waren, die Schule für die Erbauer späterer Gebirgsbahnen. Die Vorarbeiten wurden im Jahr 1861 begonnen; dieselben nahmen jedoch fast drei Jahre (bis Ende 1863) aufopfernder Thätigkeit eines zahlreichen und auserlesenen Ingenieurkorps in Anspruch. Die Bauarbeiten wurden im Jahr 1864 begonnen und derart betrieben, daß trotz einer zur Zeit des österreichisch-italienischen Feldzugs im Jahr 1866 in der günstigsten Jahreszeit eingetretenen Unterbrechung von nahezu vier Monaten, die Eröffnung bereits am 24. August 1867 stattfinden konnte. Diese Unterbrechung wurde dadurch veranlaßt, daß der Tiroler Landsturm erklärte, nicht früher ins Feld zu ziehen, ehe nicht die gesamten beim Bau beschäftigten italienischen Arbeiter, circa 4000 an der Zahl, das Land verlassen hätten.

Im nördlichen Teil liegt die Bahn meist hoch über dem Sillfluß an der Thallehne, während die südliche Teilstrecke mehr am Eisackfluß hinführt und zum Teil auch in diesen eingebaut ist. Beide Flüsse haben den Charakter von Wildbächen und unterwühlen stetig die hohen Lehnen ihrer schluchtartigen Thäler, die Stabilität der ersteren gefährdend. Auf diesen Umstand mußte bei Führung der Bahn besonders Rücksicht genommen werden, nachdem durch die unvermeidliche Herstellung von Anschnitten und Tunnels, sowie von mächtigen Mauerwerksmassen die Lehnen einerseits in ihrer natürlichen Gleichgewichtslage gestört und anderseits bedeutend belastet werden mußten, und weil weiters auch in der Folge durch die Erschütterung beim Verkehr schwerer Züge ebenfalls Gleichgewichtsstörungen zu befürchten waren. An einzelnen Stellen waren Lawinenstürze zu gewärtigen, und insbesondere mußte im südlichen Teil der Strecke mit sehr gefährlichen Wildbächen gerechnet werden, welche bei Hochgewittern die durch Abwitterung der Lehnen ihrer schluchtartigen Gebiete angesammelten Schuttmassen mit sich führen und verheerend wirken. Sicherlich kann gesagt werden, daß beim Bau der B. zum erstenmal Gelegenheit geboten war, die Wildheit der Hochgebirgsnatur im Kampf mit den Werken des Ingenieurs eingehend zu studieren.

Der Unterbau der B. ist durchwegs zweigleisig hergestellt, hingegen der Oberbau nur streckenweise für zwei Gleise ausgeführt. Die B. besitzt 289 Kurven von zusammen 60,6 km Länge, gleich 48,5 % der Bahnlänge; hiervon haben 77 Kurven von zusammen 15,5 km Länge, gleich 12,4 % der Bahnlänge den Minimalradius von 285 m, und nur 51,5 km Strecke oder 64,6 % der Gesamtlänge liegen in der Geraden. Die Gesamtlänge der horizontalen Strecke beträgt 11,6 km (oder 8,9 %), während 113,6 km (oder 91,1 %) auf geneigte Strecken entfallen; hiervon sind in der Maximalsteigung von 25‰ 28,2 km (22,5 %) ausgeführt.

Die gesamte, nördlich der Brennerwasserscheide gelegene Strecke ist mit Ausnahme der in der Steigung von 2,5‰ angelegten Stationen und des St. Jodoktunnels, sowie der kurzen Übergangssteigungen in der Maximalsteigung von 25‰ entwickelt, und zwar liegt die Bahn in der Strecke Innsbruck-Patsch auf 7875 m, zwischen Patsch und Matrei auf 8259 m und zwischen Steinach und Brenner auf 12 122 m in der Maximalsteigung. Vom Brennerpaß südlich bis Brixen ist als Maximalsteigung, bezw. Gefälle 22,5‰ eingehalten und kommt selbe zwischen Franzensfeste und Brixen in einer Länge von 6676 m ununterbrochen in Anwendung. Von Brixen bis Bozen ist die Bahn mit dem Maximalgefälle von 15‰ entwickelt.

An Bahntunnels sind im ganzen 22 Stück mit einer Gesamtlänge von 5238 m (4,2 % der Bahnlänge) vorhanden und wurden an der B. die ersten Kehrtunnels, welche später beim Bau von Gebirgsbahnen (z. B. Gotthardbahn) vielfache Nachahmung fanden, ausgeführt.

Der erste größere Tunnel ist kurz hinter Innsbruck durch den Berg Isel in einer Länge von 661,7 m getrieben, durch welchen die Bahn in das Sillthal führt. Die Bahn ist dann zumeist an der rechten östlichen Thallehne angelegt, während die Poststraße an dem gegenüberliegenden Thalgehänge geführt ist. Als zweiter Tunnel folgt der Mühlthaler Tunnel, der längste der Bahn mit 867 m Länge, unter welchem der Mühlthalbach ebenfalls in einem Tunnel quer hindurch geführt ist. Solche Bachtunnels zur Vermeidung kostspieliger und schwierig herzustellender Überbrückungen wurden an der B. fünf ausgeführt. Der Mühlthaltunnel ist nur sehr seicht in die zu Rutschungen geneigte Berglehne gelegt, und erfuhr derselbe ebenso wie der 118 m lange Schürfes-Tunnel kurz nach der Vollendung derartige Verdrückungen, daß umfassende Rekonstruktionen und insbesondere erhebliche Verstärkungen des thalseitigen Widerlagers erforderlich wurden. Diese Arbeiten wurden trotz der Schwierigkeiten, welche die Aufrechthaltung des Betriebs verursachte, mit vollkommenem Erfolg durchgeführt. (Näheres über diese interessanten Rekonstruktionsarbeiten s. Doppler, Rekonstruktion des Mühlthaler Tunnels, Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins 1878.) Zwischen Matrei und Steinach wurde

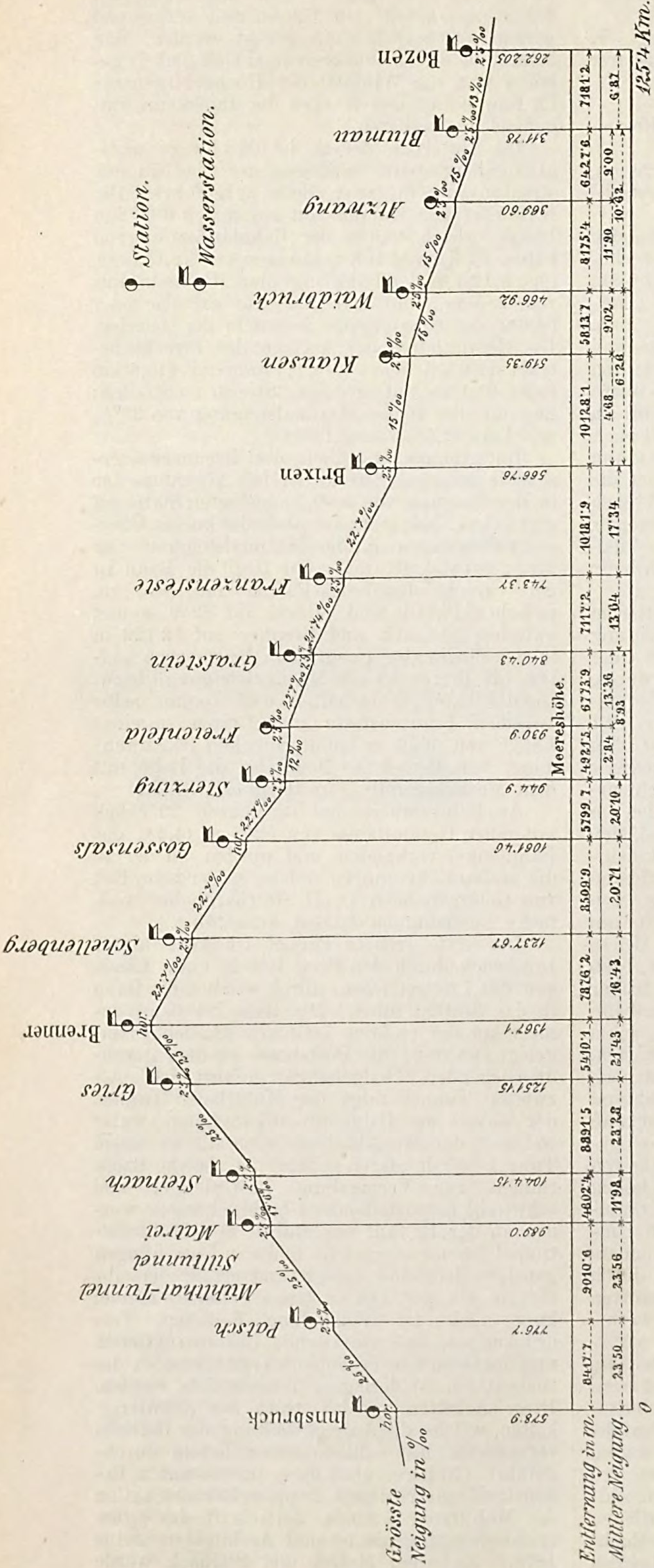


Fig. 404.

auch der Sillfluß mittels eines Tunnels von 103 m Länge unter der Bahn durchgeführt. Die Sohle desselben war mit einem circa 0,9 m (3′) starken Granitpflaster versehen; dasselbe mußte jedoch schon nach Jahresfrist erneuert werden, da es durch das in einem Gefälle von 10% durchtosende und geschiebeführende Gebirgswasser gänzlich abgeschliffen war. Die schwierige Aufgabe der Auswechslung wurde in höchst sinnreicher Weise gelöst (s. diesbezüglich Doppler, Der Bau des Sillthal-Tunnels, Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins 1879).

Bei Stafflach wird die B. mittels einer Schleife gegen Osten in das Schmirnerthal geführt, wendet sich dann in dem 468 m langen St. Jodoker Kehrtunnel in das Valserthal, kehrt auf der südlichen Lehne des Schmirnerthals durch den 284 m langen Stafflacher Tunnel in das Sillthal zurück und bleibt in diesem bis zum Sillursprung auf der Höhe des Brennerpasses. Von hier aus fällt die Bahn in das Eisackthal und gelangt über Schelleberg zur Station Gossensaß; diese letztere Station liegt um circa 178 m tiefer als Schelleberg an ein und derselben Lehne, so daß sie von Schelleberg aus zu Fuß leicht in der Zeit zu erreichen ist, welche der Zug zur Durchfahrung der großen Pflertschthaler Schleife braucht. Diese Schleife ist dadurch bemerkenswert, daß die Bahn an der gleichen Thallehne hin- und zurückgeführt ist, was durch die Anlage des einen vollen Halbkreis beschreibenden, 761 m langen Ost-Kehrtunnels ermöglicht wurde. Die Bahn erreicht hierauf, ohne erheblichen Schwierigkeiten zu begegnen, Sterzing und überschreitet sodann in gerader Linie das Sterzinger Moos. In der Nähe des letzteren, am Sperchenstein, wurde während des Baues eine der ersten Riesenminen, wie solche später unter anderm in Sistiana für den Triester Hafenbau in großartigem Maßstab Verwendung fanden, mit einer Ladung von 1500 kg Pulver nach erheblichem Widerstand seitens der Behörden abgefeuert.

Im weiteren Zug kreuzt die Bahn mehrere Murgänge und sind einige derselben mittels stark geneigter Aquädukte (s. d.), fünf an der Zahl, über die im Einschnitt liegende Bahn hinweggeführt. Die Wirkung dieser Objekte ist jedoch vielfach eine fragliche, nachdem zumeist die Hauptmassen des Schutts hinter den kräftigen Schutzbauten an der Bergseite des Einschnitts liegen bleiben. Es wurden daher auch in der Folge Murgänge, welche nicht an der Ausbruchsstelle oder unterhalb ihres Ablagerungsgebiets übersetzt werden konnten, in der Weise gekreuzt, daß man ihre Schuttkegel durch entspre-

chend lange Tunnels unterfuhr (beispielsweise Mont Cenisbahn, Strecke Susa-Bardenôche).

Von der Station Franzensfeste, woselbst (wie bereits erwähnt) die Pusterthalbahn einmündet, senkt sich die Bahn rasch in die Sohle des Eisackthals und waren hier bedeutende Felsarbeiten nötig. Daselbst erweitert sich das Thal und begegnet die Bahn in der Strecke Vahrn-Brixen-Klausen keinen wesentlichen Schwierigkeiten. Von da ist die Bahn in dem sich nun wieder verengenden Thal fast durchwegs hart an dem durch zahlreiche Zuflüsse (insbesondere die Stirnz bei Brixen) ansehnlich angewachsenen und reißenden Eisackfluß geführt. Bedeutende Felsanschnitte, große Steindämme und Maueranlagen zeichnen die nun folgende Strecke aus. Bei Führung der Trace in dem unterhalb Waidbruck sich schluchtartig verengenden Thal suchte man den zahlreichen und gefährlichen Murgängen dadurch auszuweichen, daß die Bahn nach Thunlichkeit am entgegengesetzten Eisackufer angelegt wurde. Trotzdem verursachten die Murgänge in der Folge mittelbar viele Schäden, indem durch die bei Hochgegewittern plötzlich zu Thal gehenden Schuttmassen der Fluß momentan gestaut oder doch mindestens gegen den Bahnkörper gedrängt wurde. Um ähnlichen Ereignissen auszuweichen, wurde in der weiteren Strecke zwischen Atzwang und Blumau eine großartige Regulierung des Eisackflusses und des in denselben mündenden Stegerbachs, des gefährlichsten der ganzen Strecke, ausgeführt. Die Schwierigkeit der Erhaltung der in den Fluß eingebauten Strecken des Bahnkörpers veranlaßte die Anwendung bedeutender Kettensteinwürfe, sowie die Erbauung von Wehren, um an den gefährdeten Stellen das Gefälle zu vermindern und die Flußsohle zu heben. In der Sill haben sich diese Wehren gut bewährt, wohingegen die in den Eisackfluß eingebauten Wehren nicht erhalten werden konnten.

Überbrückungen wurden nach Thunlichkeit vermieden und finden sich daher auch im Zug der ganzen B. nur acht Brücken und in der nördlichen Teilstrecke überhaupt gar keine solchen mit über 20 m Spannweite vor. Die bedeutendste Brücke ist jene über den Eisackfluß zwischen Brixen und Klausen mit zwei Öffnungen à 25,3 m (80') und einer Öffnung von 30,3 m (96') Spannweite, dann folgt die Rötelebrücke zwischen Waidbruck und Atzwang mit einer Öffnung von 56,9 m (180'), die Eisackbrücke zwischen Atzwang und Blumau mit zwei Öffnungen à 25,3 m (80'), die Kardauner-Brücke mit einer Öffnung von 34,8 m (110'); die Sterzinger Moosbrücke mit 32,9 m (104'), ferner eine Eisackbrücke mit 31,6 m (100') und die Brücke über den Pfinstererbach und den Rentscherbach mit je 25,3 m (80') Spannweite.

Die Gesamtkosten der B. betrugen circa 60 Millionen Mark oder rund 400 000 Mk. pro Kilometer.

Der Betrieb erfolgt mit Sechs- und Achtkupplern. Die ersteren, nach Hall'schem System mit Schlepptendern, dienen zur Beförderung der Personenzüge und besitzen folgende Ausmaße: Gewicht im Dienst 36 t, Radstand 2,95 m, Dampfspannung 9 at; direkte Heizfläche 8,5 m², Totalheizfläche 133,3 m², Cylinderdurchmesser 0,46 m, Kolbenhub 0,632 m, Raddurchmesser 1,265 m, Gewicht der Tender im Dienst 26,5 t, leer 10,5 t. Die Belastung der Schnellzüge ist auf 70 t, jene der Personenzüge auf 110 t normalmäßig festgesetzt. Die Geschwindigkeit auf der Steigung variiert für erstere zwischen 23 und 36, für letztere zwischen 18 und 31 km pro Stunde, im Gefäll zwischen 30 und 38, beziehungsweise 24 und 33 km.

Die Achtkuppler sind Güterzugsmaschinen, wiegen im Dienst 50,5 t und 47,3 t, je nachdem sie mit innenliegenden Rahmen oder nach Hall'schem System konstruiert sind. Die wesentlichsten Ausmaße sind für

	Innenrahmensystem	Hall-System
Totaler Radstand	3,560 m	3,450 m
Radstand der 3 ersten Räderpaare	2,380 m	2,300 m
Dampfspannung	9 at	8 at
Direkte Heizfläche	10,70 m²	9,50 m²
Totale Heizfläche	170,00 m²	181,80 m²
Cylinderdurchmesser	0,500 m	0,500 m
Kolbenhub	0,610 m	0,610 m
Raddurchmesser	1,106 m	1,070 m

Die normale Belastung der Züge mit Schiebmaschine ist auf 350 t festgesetzt; die durchschnittliche Geschwindigkeit beträgt bei Güterzügen auf den Strecken mit Maximalsteigung 12—17 km pro Stunde.

Litteratur: Instruktionen über die Bau-Ausführung der Brennerbahn, Innsbruck 1864/65; Bucher & Pollak, Skizzen von Hilfsvorrichtungen beim Bau der Brennerbahn, Wien 1867; Rziha, Reiseerinnerungen, Zeitung d. V. D. E.-V. 1867; C. v. Etzel, Österreichische Eisenbahnen, entworfen und ausgeführt in den Jahren 1857 bis 1867; Flattich Wilhelm, Der Eisenbahnhochbau in seiner Durchführung auf den Linien der Südbahn, Wien 1875; Kramer, Der Maschinendienst auf der Brennerbahn, Wien 1878.

Kreuter.

Brennmaterialien (*Fuels, combustibles*, pl.; *Combustibles*, m. pl.), (Brennstoffe, Heizmaterialien, Feuerungsmaterialien), Materialien, welche vermöge ihres häufigen Vorkommens und billigen Preises gewöhnlich zur Wärmeentwicklung (Heizung) Verwendung finden. B. werden beim Eisenbahnbetrieb hauptsächlich für Lokomotivfeuerung, für die Beheizung der Eisenbahnwagen, dann beim Werkstättenbetrieb, zum Betrieb von Wasserstationen, elektrischen und Gasbeleuchtungsanlagen etc. verwendet. Zu denselben gehören: Holz, Holzkohle, Torf, fossile Kohle, Preß- und Torfkohle, Coaks, Briquettes, endlich das Rohpetroleum und dessen Rückstände. Die größten Quantitäten von B. werden für die Lokomotivfeuerung verbraucht und bildet der hierfür von den Eisenbahnen jährlich aufzuwendende Betrag einen bedeutenden Teil der Betriebsausgaben.

Es verbrauchten beispielsweise 1887 zu diesem Zweck die

deutschen Bahnen	38 725 700 Mk.	=	7 %
österr.-ungar. Bahnen	16 882 812 „	=	6,9 „
holl. Vereinsbahnen	1 886 600 „	=	7,1 „
Schweizer Bahnen	3 400 000 „	=	10 „
belgischen Staatsb.	2 311 531 „	=	4,3 „
dänischen Staatsb.	780 742 „	=	6 „
italienischen Bahnen	13 605 560 „	=	10,9 „
1886			
französischen Bahnen	38 833 408 „	=	9 „
russischen Bahnen	26 209 734 „	=	5,8 „

der gesamten Betriebsauslagen.

A. Wärmeeffekt.

Bei der Bedeutung der B. für den Eisen-

bahnbetrieb im allgemeinen und die Lokomotivfeuerung im besonderen, und nachdem die B. in den einzelnen Gebieten in den verschiedenartigsten Formen, Mengen und Qualitäten vorkommen, ist es einleuchtend, daß die richtige Wahl der B. für die Bahnverwaltungen von hohem Interesse ist. Es werden nicht immer die absoluten Kosten der B., sondern vielmehr ihre Eigenschaften in chemischer und physikalischer Beziehung, ihr Verhalten am Rost während des Verbrennungsprozesses, sowie der absolute Wärmeeffekt, d. i. jene Anzahl von Wärmeeinheiten (*WE*), die 1 kg des Brennstoffs bei vollständiger Verbrennung entwickelt, ausschlaggebend sein.

Die Bestimmung des absoluten Wärmeeffekts eines Brennstoffs erfolgt auf verschiedene Weise (z. B. nach der Methode von Dalton, Lavoisier, Laplace, Stromeyer, Rumford, Desprez, Peclet etc.); hier sollen jedoch nur die vier gebräuchlichsten und für technische Zwecke geeignetsten Methoden, und zwar: die Reduktionsprobe nach Berthier, die Verbrennung im Kalorimeter, die Berechnung des Heizwerts nach der Elementaranalyse und endlich die Verdampfungsprobe erörtert werden.

Die Reduktionsmethode (nach Berthier) besteht darin, daß eine gewogene Menge pulverisierten B. mit einem großen Überschuß pulverisierter reiner Bleiglätte gemischt und unter Luftabschluß solange geglüht wird, bis eine vollständige Verbrennung eingetreten ist. Die Verbrennung erfolgt lediglich auf Kosten des Sauerstoffs der Bleiglätte, welche dadurch zum metallischen Blei reduziert wird. Aus dem Gewicht des so erhaltenen metallischen Bleies wird die Menge Sauerstoff und sodann hieraus die Anzahl der zu seiner Verbrennung erforderlich gewesenen Wärmeeinheiten bestimmt. Diese Methode liefert jedoch keine verläßlichen Resultate.

Bei der kalorimetrischen Bestimmung wird eine bestimmte Menge Brennstoff vollständig verbrannt und sämtliche hierbei erzeugte Wärme auf ein genau bekanntes Quantum Wasser übertragen. Aus den Temperaturunterschieden des Wassers vor und nach der Verbrennung wird sodann der kalorische Wert des zu untersuchenden B. berechnet. Gute Apparate vorausgesetzt, liefert diese Methode die verläßlichsten Anhaltspunkte über den Heizwert eines Brennstoffs.

Die dritte Methode basiert auf der Berechnung des absoluten Wärmeeffekts, welchen die einzelnen Elemente des Brennstoffs bei der Verbrennung erzeugen, und setzt daher eine Elementaranalyse voraus. Diesbezüglich wird folgendes bemerkt:

Die hauptsächlichsten, den Heizwert beeinflußenden und Wärme erzeugenden Bestandteile der B. sind Kohlenstoff (C) und Wasserstoff (H). Der Kohlenstoff entwickelt durch Verbrennung zu Kohlensäure (CO_2) 8,080, der Wasserstoff bei der Bildung von Wasser (H_2O) 34,462 Wärmeeinheiten. Ein dritter fast stets vorhandener Bestandteil ist Sauerstoff (O), welcher dem Brennstoff jedoch dadurch Wärme entzieht, daß acht Teile Sauerstoff einen Teil des Wasserstoffs binden. Es vermindert sich sodann der Wert für H auf $H - {}^1/_8 O$. Zuweilen kommt auch in einzelnen B. Schwefel, jedoch meist nur in geringen Mengen vor, welcher bei Verbrennung zu schwefliger Säure 2500 Wärmeeinheiten entwickelt; weitere Bestandteile, wie Stickstoff und diverse Mineralsalze bilden hauptsächlich Asche. Endlich enthalten nahezu alle B. geringere oder größere Mengen mechanisch beigemengten sog. hygroskopischen Wassers (Grubenwasser oder bei Lagerung an der Atmosphäre aufgenommenes Wasser). Dieses hygroskopische Wasser entzieht dem B. insofern einen Teil der Wärme, als zur Verdampfung eines Kubikmeters desselben 637 Wärmeeinheiten erforderlich sind.

Die Bestimmung des absoluten Wärmeeffekts erfolgt sodann mittels der Formel:

$$WE = 8080\, C + 34{,}462\, (H - {}^1/_8 O) + \\ + 2500\, S - 637\, H_2O$$

wobei C, H, S und H_2O in Prozenten ausgedrückt werden. Besäße beispielsweise ein Brennstoff nachfolgende prozentuale Zusammensetzung: $C = 0{,}84$, $H = 0{,}04$, $O = 0{,}03$, $S = 0{,}005$, $H_2O = 0{,}04$ und 0,045 Asche, so würde der absolute Wärmeeffekt

$$WE = 8080 \times 0{,}84 + 34{,}462 \left(0{,}04 - \frac{0{,}03}{8}\right) + \\ + 2500 \times 0{,}005 - 637 \times 0{,}04 = 6902,$$

oder, da 637 Wärmeeinheiten notwendig sind, um 1 kg Wasser von 0° Celsius in Dampf von 1 at absoluter Spannung umzuwandeln, dessen theoretisches Verdampfungsvermögen

$$V = \frac{6902}{637} = 10{,}83 \text{ kg},$$

bezw. bei Annahme eines wirklichen Nutzeffekts von 75% die faktische Verdampfung = 8,12 kg.

Diese eben besprochenen wissenschaftlichen Bestimmungen des absoluten Wärmeeffekts und des hieraus resultierenden Verdampfungsvermögens haben jedoch für die Wahl des B. nur einen relativen Wert, weil hierbei die sonstigen Eigenschaften der B. und die Eigentümlichkeiten der Feuerungsanlagen unberücksichtigt bleiben.

Die Erfahrung lehrt nämlich, daß je nach den verschiedenen Eigenschaften der B. (je nach der Schlackenbildung, dem Verhalten am Rost während des Verbrennungsprozesses, je nach der leichteren oder schwierigeren Manipulation beim Bedienen des Feuers, je nach der Forcierung des letzteren etc.) bei einer und derselben Feuerung und bei vollkommen gleicher Wartung die Ausnutzung des absoluten Wärmeeffekts zwischen 60 und 80% schwankt, und kommt es in der Praxis auch thatsächlich vor, daß mit einem B. von hohem Wärmeeffekt eine niedrigere Verdampfungsziffer erzielt wird, als mit einem B. von geringerer Güte.

Es ist daher auch klar, daß bei der Wahl des geeignetsten und ortsbilligsten B. für eine gegebene, den theoretischen Anforderungen vollständig Rechnung tragende Feuerungsanlage, außer dem absoluten Wärmeeffekt auch noch der Grad der nachteiligen Folgen der dem B. eigentümlichen Eigenschaften maßgebend ist. Auf diese Faktoren wird nur bei der praktischen Verdampfungsprobe Rücksicht genommen, und kann dieselbe daher auch als die verläßlichste Methode der Wertbestimmung für Zwecke des Eisenbahnwesens angesehen werden.

Die Methode der praktischen Verdampfung besteht darin, daß das zu untersuchende B. unter einem und demselben Dampfkessel verbrannt und gleichzeitig ermittelt wird, wieviel Kilogramm Wasser durch ein Kilogramm B.

verdampft, resp. wieviel Wärmeeinheiten an das Kesselwasser abgegeben werden. Die Ermittlung der letzteren erfolgt nach der Formel

$$WE = \frac{[606{,}5 + 0{,}305\ (t-t')]\ M}{Q}$$

wobei t die Temperatur des erzeugten Dampfes, t' die Temperatur des Speisewassers, M das Gewicht des letzteren und Q das Gewicht des verbrauchten B. bedeutet.

Speciell beim Eisenbahnbetrieb wird die letztere Methode nahezu ausschließlich angewendet und werden sowohl Verdampfungsvermögen, als auch die sonstigen Eigenschaften der B. durch praktische Erprobungen gelegentlich von Probefahrten festgestellt. Diese Probefahrten liefern auch Anhaltspunkte für die Lösung der ökonomischen Frage, indem sich nach den Ergebnissen berechnen läßt, wie hoch sich die Kosten für eine gewisse Einheit Dampf in einer Brennmaterialdepot- (Kohlen-) Station stellen.

In die Kalkulation sind selbstverständlich die gesamten Beschaffungskosten des B. samt Frachtspesen und Manipulationsgebühren, sodann auch jene Verluste an Brennwert, welche die B. (hauptsächlich Kohle) infolge Lagerung im Freien erleiden, einzubeziehen.

Die praktischen Erprobungen sind mit der größten Vorsicht und Genauigkeit, sowie in genügender Anzahl durchzuführen und in gewissen Zeitabschnitten zu wiederholen. Die Mittelwerte aus einer Reihe von Proben liefern erst verläßliche Anhaltspunkte über den Wert der B. Die öftere Wiederholung der Proben empfiehlt sich namentlich bei Verwendung von Steinkohle, nachdem der Schlacken- und Aschengehalt bei dieser Kohlengattung nicht nur in den verschiedenen Flötzen einer und derselben Grube, sondern selbst in einem und demselben Flötz vielfach stark variiert.

Bei den Probefahrten ist weiter darauf zu achten, daß die Feuerungsanlage entsprechend den Eigenschaften des zu erprobenden B. eingerichtet ist; dieselben sollen mit einer und derselben Maschine unternommen und zur Bedienung der Maschine, mit dem B. vollkommen vertraute Personen verwendet werden. Sie sind ferner bei gleicher Belastung, Achsenzahl und Geschwindigkeit in einer und derselben Strecke und unter annähernd gleichen Witterungsverhältnissen vorzunehmen, und ist auf das Verhalten der Dampfspannung, des Wassers im Wasserstandsglas, sowie auf die entsprechende Benutzung des variablen Blasrohrs genau zu achten; mit ebensolcher Genauigkeit ist bei Messung der verbrauchten Kohle und des verdampften Wassers vorzugehen, weshalb für diesen Zweck verläßliche Meßvorrichtungen zu Gebote stehen müssen. Bei derartigen Versuchen ist vor allem auf die Temperatur des Speisewassers und die Spannung des erzeugten Dampfes Rücksicht zu nehmen.

Die auf Grund dieser Probefahrten ermittelten Werte geben Anhaltspunkte für die Feststellung jener Entfernungen, innerhalb welcher bestimmte Gattungen und Sorten von B. miteinander konkurrieren können, bezw. jener Grenzen, innerhalb welcher die Verwendung der verschiedenen B. ökonomisch erscheint.

Die Ermittlung dieser Grenzen kann in folgender Weise geschehen. Ist in einer Bahnstation A (Einbruchsstation) ein Brennmaterial mit einem Verdampfungsvermögen w ($w =$ der Wassermenge, welche durch ein Kilogramm des fraglichen B. verdampft werden kann) vorhanden, werden ferner die Kosten dieses B. loco irgend einer Depotstation (inklusive aller Ladespesen etc., jedoch exklusive der Frachtspesen von der Einbruchsstation A bis zur Depotstation) pro 1 kg mit K und endlich die Frachtspesen pro Kilogramm und Bahnkilometer mit s bezeichnet, so stellen sich die Kosten pro 1 kg B. für die Entfernung von x km von der Einbruchsstation $= K + s.x$ und die Erzeugung von 1 kg Dampf für die gleiche Entfernung kostet

$$= \frac{K + s\,.\,x}{w}.$$

In gleicher Weise lassen sich die Kosten pro 1 kg Dampf für beliebige Stationen und B., sowie beliebige Entfernungen finden, und ist nur angenommen, daß s für die ganze Bahn und jede Fahrtrichtung sich gleich hoch stellt. Trifft diese Annahme nicht zu, so ist s besonders zu ermitteln.

Was nun die Frage anbelangt, inwieweit es mit Rücksicht auf die Kosten pro 1 kg Dampf gleichgültig ist, für eine zwischen zwei Stationen A und B oder außerhalb derselben gelegene Station C das Brennmaterial von A oder B zu beziehen, so läßt sich dieselbe auf graphischem Weg in einfacher und übersichtlicher Weise lösen.

Seien x und x_1 die Abscissen rechtwinkliger Koordinatensysteme, deren Ursprung A und B ist, wobei die Entfernung $AB = l$ gleich ist der Entfernung der Stationen A und B in Kilometern, und die Abscissen x und x_1 ohne Rücksicht auf die Richtung zu denken sind.

Werden ferner die Kosten pro 1 kg Dampf mit $\frac{K + s\,x}{w} = y$ und $\frac{K_1 + s\,x_1}{w_1} = y_1$ als Ordinaten der rechtwinkligen Systeme A, bezw. B angesehen, so ist durch die beiden vorstehenden Gleichungen, welche sich auch in der Form

$$y = \frac{s}{w}\,x + \frac{K}{w}$$

$$\text{und } y_1 = \frac{s}{w_1}\,x_1 + \frac{K}{w_1}$$

ausdrücken lassen, eine gerade Linie (s. Fig. 405) gegeben.

Der ersten Gleichung entsprechen die Linien L und L'; der zweiten Gleichung die Linien L_1 und L'_1 und ist hierbei vorausgesetzt, daß w größer ist als w_1, in welchem Fall L und L' weniger von den Horizontalen abweichen als die Linien L_1 und L'_1, weil dann der Richtungskoefficient $\frac{s}{w}$ kleiner ist als $\frac{s}{w_1}$.

Die Linie L' wird von den Geraden L_1 und L'_1 in den Punkten D_1 und D_2 geschnitten, durch deren Abscissen

$$A\,C_1 = x_0 \text{ und } A\,C_2 = x'_0$$

jene Orte C_1 und C_2 bestimmt sind, für welche es gleichgültig ist, ob der Brennstoff von der Station A oder B bezogen wird; in der Strecke vor A und von A bis C_1 ist nur der Bezug aus der Station A, in der Strecke C_1 bis C_2 aus der Station B und in einer Entfernung von A über C_2 hinaus ist wieder nur der Bezug aus der Station A rationell.

Zur Berechnung von x_0 hat man die Ausdrücke für die Ordinaten y und y_1 einander gleichzusetzen und in die so erhaltene Gleichung

für $x = x_0$ und für $x_1 = l - x_0$ zu substituieren. Sonach ergiebt sich

$$\frac{s}{w}x_0 + \frac{K}{w} = \frac{s}{w_1}(l - x_0) + \frac{K_1}{w_1}$$

und hieraus $x_0 = \dfrac{s\,l\,w + K_1 w - K w_1}{s\,(w + w_1)}$.

In gleicher Weise wird x_0^1 berechnet, indem für $x = x_0^1$ und für $x_1 = x_0^1 - l$ substituiert wird.

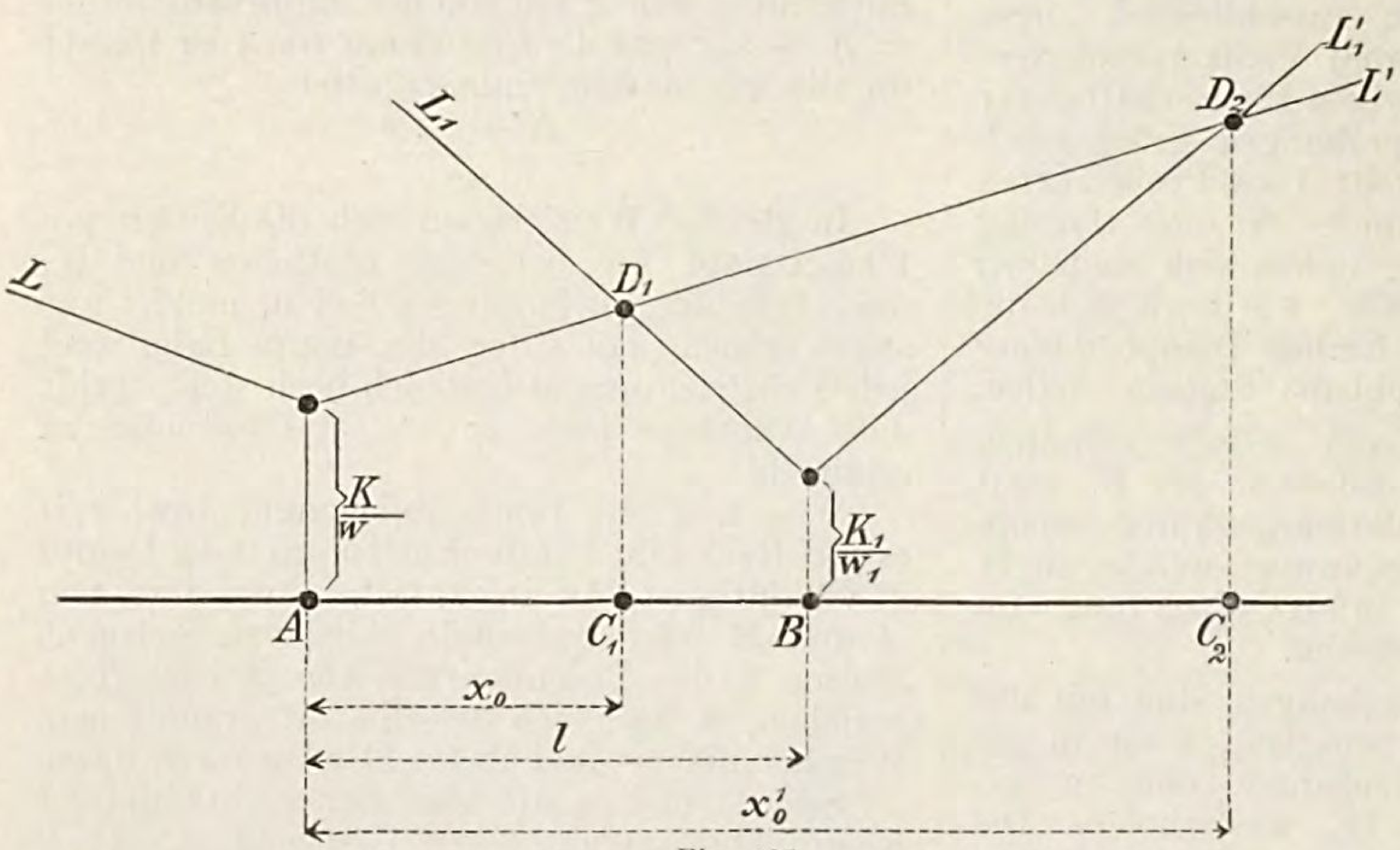


Fig. 405.

Die Ermittlung der Konkurrenzgrenzen auf graphischem Weg bietet den Vorteil einer leichten Übersicht und Einfachheit, indem die den Gleichungen

$$y = \frac{s}{w}\,x + \frac{K}{w} \text{ und } y_1 = \frac{s}{w_1}\,x_1 + \frac{K_1}{w_1}$$

entsprechenden vier geraden Linien leicht nach Berechnung von nur je zwei speciellen Ordinaten verzeichnet werden können. Es kann wohl vorkommen, daß sich sehr schiefe Schnitte ergeben, wodurch die genaue Ermittlung der Abstände auf Schwierigkeiten stößt. Übrigens kann die Ermittlung der Konkurrenzgrenzen auch auf rechnerischem Weg mit Hilfe der für x_0 und x^1_0 aufgestellten Formeln erfolgen und läßt sich auf diesem Weg jede gewünschte Genauigkeit erzielen. Der Kontrolle wegen dürfte es sich zumeist empfehlen, die Bestimmung nach beiden Methoden vorzunehmen.

B. Arten der beim Eisenbahnbetrieb in Verwendung kommenden B. und deren besondere Eigenschaften.

Hierüber sei folgendes angeführt:

I. Holz (*Fire-wood; Bois*, m., *de chauffage, Bois*, m., *à brûler*). Dem Gefüge nach unterscheidet man harte, halbharte und weiche Hölzer und werden von den in Europa für Beheizungszwecke in Verwendung kommenden Holzarten gewöhnlich Eiche, Rot- und Weißbuche zu den harten, Ahorn, Ulme, Esche, Birke, Erle und Föhre zu den halbharten, Fichte, Tanne, Aspe, Linde, Weide und Pappel zu den weichen Holzarten gezählt.

Der absolute Wärmeeffekt der verschiedenen Holzarten ist bei den geringen Schwankungen in ihrer chemischen Zusammensetzung wesentlich von dem Wassergehalt abhängig, weshalb es sehr wichtig ist, daß nur trockenes Brennholz in Verwendung komme. Was den Aschegehalt anbelangt, so beträgt derselbe bei lufttrockenem Holz circa 8%.

Die Elementarzusammensetzung, das specifische Gewicht, sowie der Wassergehalt der für Brennzwecke geeignetsten Holzarten ist aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich.

Holzarten	100 Gewichtsteile trockener Substanz nach Abzug der Asche enthalten			Wassergehalt des		Specifisches Gewicht des	
	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	frischgefällten	lufttrockenen	frischgefällten	lufttrockenen
				Holzes			
	in Prozenten						
Harte Sorten:							
Eiche	50,00	6,06	43,94	34,7	bei lufttrockenem Holz durchschnittlich 20%	0,850—1,137	0,788—0,850
Rotbuche	48,88	6,12	45,40	39,7		0,852—1,109	0,591—0,852
Weißbuche	48,84	6,19	44,97	18,6		0,939—1,137	0,728—0,780
Halbharte Sorten:							
Ahorn	49,80	6,31	43,89	27,0		0,903	0,659
Ulme	50,19	6,42	43,93	44,5		0,947	0,547
Esche	49,36	6,07	44,57	28,7		0,778—0,927	0,540—0,845
Birke	49,53	6,28	44,19	30,8		0,851—0,987	0,591—0,738
Föhre	50,65	6,19	43,16	39,7		0,811—1,005	0,463—0,763
Weiche Sorten:							
Fichte	49,59	6,38	44,03	45,2		0,794—0,993	0,376—0,481
Edeltanne	50,83	6,26	42,91	37,1		0,830—0,894	0,455—0,746
Weide	48,84	6,36	44,80	26,0		0,715	0,528
Pappel	49,70	6,31	43,99	51,8		0,779	0,393

Die Verwendung des Holzes als B. für Lokomotiven beschränkt sich nur auf holzreiche Gegenden (z. B. Rußland, Amerika), ist jedoch auch da in steter Abnahme begriffen, und wurde das Holz im allgemeinen durch fossile Kohlen, in letzterer Zeit zum Teil auch durch flüssigen Brennstoff (Petroleumrückstände) verdrängt. In Rußland soll sogar demnächst dem Reichsrat ein Gesetzentwurf vorgelegt werden, nach welchem es den Eisenbahnen in Zukunft verboten sein soll, ihre Lokomotiven mit Holz zu beheizen (Zeitschr. d. V. D. E.-V., Nr. 26, 1889). Hauptsächlich wird das Holz nur zum Anheizen verwendet, wozu sich Bündelholz (Reiswellen) sehr gut eignet. In Deutschland kamen im Jahr 1887 circa 8000 t, in der Schweiz circa 100 t Reiswellen in Verwendung.

Der Holzverbrauch betrug im Jahr 1887, bei den deutschen Eisenbahnen circa 61 500 t oder 1,8 %, in Österreich 151 200 t oder 6,4 %, in den Niederlanden 160 t = 0,07 % und in der Schweiz 1000 t = 0,6 % des Gewichts des gesamten verwendeten B. In Rußland ist die Holzfeuerung noch in großem Umfang in Anwendung und betrug der Holzverbrauch im Jahr 1886 noch gegen 61 % des Gesamtverbrauchs an B., während etwa 39 % auf diverse mineralische B. (worunter 3 % Naphtha) entfallen.

II. Holzkohle (*Charcoal; Charbon*, m., *de bois*). Dieselbe wird durch Erhitzen bei gänzlichem oder teilweisem Luftabschluß durch fortschreitende Zersetzung, unter Verlust von Wasserstoff und Sauerstoff, sowie verhältnismäßig geringen Mengen von Kohlenstoff in Haufen, Meilern oder Meileröfen erzeugt. Je nach der Verschiedenheit der Holzgattung und der Temperatur, bei der die Holzkohle gebildet wurde, besitzt sie ein mehr oder weniger dichtes Gefüge, weshalb man weiche und harte Holzkohlen unterscheidet, welche bei gleichem Volumen verschiedenes specifisches Gewicht aufweisen.

Außer der gewöhnlichen Holzkohle kommt auch geformte Holzkohle in den Handel, welche aus pulverisierter Holzkohle unter Zusatz von Steinkohlenteer oder Steinkohlenkleister und etwas Salpeter hergestellt wird; dieselbe ist weniger zerreiblich, leichter transportabel wie gewöhnliche Holzkohle und verbrennt langsamer und regelmäßiger bei einem größeren pyrometrischen Wärmeeffekt.

Die nachstehende Tabelle giebt über die Elementarzusammensetzung, das specifische und das Maßgewicht harter und weicher Holzkohlen Aufschluß:

Holzkohlensorte	Specifisches Gewicht	Maßgewicht	100 Gewichtsteile trockener Substanz enthalten nach Abzug der Asche		
			Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff und Stickstoff
	Durchschnittswerte				
Harte	0,470—0,573	0,215	82 %	2 %	16 %
Weiche	0,280—0,442	0,153			

Beim Eisenbahnbetrieb ist die Verwendung der Holzkohle ebenfalls eine beschränkte, und wird selbe hauptsächlich in den Werkstätten (für Kessel- und Kupferschmiede) und zur Beheizung der Eisenbahnwagen verwendet; am besten eignet sich Holzkohle aus Buchen-, Tannen- und Kieferholz.

III. Torf (*Peat, turf; Tourbe*, f.). Derselbe besteht aus vermoderten, mehr oder weniger mit Sand, Thon, Kalk etc. vermischten Sumpfpflanzen. Je nach der Gattung dieser Pflanzen, dem Alter und den Lagerungsverhältnissen zeigen die verschiedenen Torfarten in ihren physikalischen Eigenschaften und ihrem Verhalten beim Brennen sehr bedeutende Abweichungen, und hängt ihre Dichte wesentlich von dem Druck ab, unter welchem sie sich gebildet haben.

Junger Torf hat lockeres Gefüge, deutliche Textur, braune bis gelbliche Farbe (Rasentorf, Wurzeltorf) und schließt sich in seiner Zusammensetzung zunächst an das Holz an; ältere Torfarten (Erdtorf und Pechtorf) sind kompakt, ohne wesentliche Textur, von dunkler Farbe und kommen bezüglich des Wärmeeffekts manchen Sorten der Braunkohle nahe.

Nach der Art der Gewinnung unterscheidet man Stechtorf und Preßtorf, je nachdem derselbe lediglich durch das Ausstechen aus den Torflagern oder durch Pressen der ausgestochenen Stücke in Ziegelformen gewonnen wird. Preßtorf wird vielfach mit Vorteil beim Lokomotivbetrieb verwendet.

Der Torf ist leicht entzündlich und brennt mit langer, stark rußender Flamme; Torf, welcher mehr als 20 % Asche enthält, ist als B. nicht mehr verwendbar.

Das specifische Gewicht, sowie die Elementarzusammensetzung der verschiedenen Torfarten nach einer größeren Anzahl von Untersuchungen sind aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich:

Torfarten	Specifisches Gewicht	100 Gewichtsteile trockener Substanz enthalten nach Abzug der Asche				Im lufttrockenen Zustand	
		Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff	Wasser	Asche
		durchschnittlich in Prozenten					
Rasentorf (jung).	0,113—0,263	52,3—66,2	4,7—7,4	28,1—39,4	1,5—3,0	8—20	5—20
Wurzeltorf (jung)	0,240—0,600						
Erdtorf (alt)....	0,538—0,960						
Pechtorf (alt)...	0,639—1,033						

Was die Verwendung des Torfs beim Eisenbahnbetrieb anbelangt, so kommt derselbe außer für Wagenbeheizung auch vielfach für die Lokomotivfeuerung in Betracht und wurden beispielsweise im Jahr 1887 in Deutschland rund 51 200 t, in Österreich 7150 t und in Rußland im Jahr 1886 circa 32 000 t verbraucht.

Ein Nebenprodukt ist die Torfkohle (Torfcoaks), die in ähnlicher Weise wie Holzkohle in Meilern, Haufen oder besonderen Öfen durch Verkohlung von rohem Torf erzeugt und ebenfalls zur Wagenbeheizung, übrigens auch dort verwendet wird, wo es sich um die Erzielung höherer pyrometrischer Effekte handelt. Die Torfkohle enthält zumeist 10% aber auch mehr Wasser und mindestens 2% Asche, doch schwankt der Aschengehalt selbst bei guten Sorten zwischen 10 und 18 %.

IV. Fossile Kohle (*Vegetable charcoal; Charbon*, m., *végétal*). Die fossile Kohle ist das Produkt der Zersetzung vegetabilischer Stoffe unter starkem Druck und Luftabschluß. Die Hauptelemente derselben sind Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Das Verhältnis dieser Elemente zueinander ist sehr verschieden und von dem Stadium des Zersetzungsprozesses abhängig, in welchem sich die vegetabilischen Substanzen befinden. Charakteristisch für das Stadium der Zersetzung und somit das Alter der Kohle ist der Sauerstoff- und Kohlenstoffgehalt, indem mit der Dauer des Zersetzungsprozesses der ursprüngliche Sauerstoffgehalt aus der Pflanzenfaser schwindet und der Kohlenstoffgehalt relativ zunimmt.

Dem Alter nach unterscheidet man vier Hauptgruppen fossiler Kohle, und zwar:

1. Anthracit,
2. Steinkohle,
3. Braunkohle,
4. Lignit,

wobei Lignit als das jüngste Produkt, Anthracit als das älteste Produkt des Umwandlungsprozesses anzusehen ist.

Die in der nachstehenden Zusammenstellung enthaltenen, den Analysen von Knapp entnommenen Daten veranschaulichen diesen Umwandlungsprozeß, indem die Elementarzusammensetzung der Pflanzenfaser jener der fossilen Kohle gegenübergestellt ist.

Benennung	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
	in Prozenten		
Pflanzenfaser	52,65	5,25	42,10
Lignit	66,96	5,27	27,76
Braunkohle..........	74,20	5,89	19,90
Steinkohle			
jüngere Formation .	76,18	5,64	18,07
ältere Formation ..	90,50	5,05	4,40
Anthracit	92,85	3,46	3,19

Wenn auch im allgemeinen diese vier Gruppen nach Farbe und Struktur voneinander zu unterscheiden sind, so giebt es unter denselben dennoch Abarten, welche mannigfache Übergangsglieder zu den einzelnen Gruppen bilden und der chemischen Zusammensetzung nach schwer auseinandergehalten werden können. Dies gilt namentlich von den Übergangsgliedern der Braun- und Steinkohle, welche nur geologisch eine strenge Scheidung zulassen, insoferne man unter der Braunkohle jene Bildungen versteht, welche jünger als die Kreide sind und der Tertiärformation angehören.

Kohlenfelder finden sich nahezu in allen Weltteilen und beträgt die Ausdehnung der bekannten Kohlenfelder der Erde schätzungsweise 1¼ Millionen Quadratkilometer, wovon auf

Europa.......	circa	100 000 km²
Amerika	„	500 000 „
Asien........	„	600 000 „
Australien....	„	50 000 „

entfallen.

Im nachstehenden sollen die vier Hauptkohlengattungen des Näheren erörtert werden:

1. Anthracit (*Anthracite, blind-coal; Anthracite*, m.). Derselbe ist das älteste Glied der Steinkohlenformation und ist bei ihm der Umwandlungsprozeß, bezw. die Entweichung des Sauerstoffs am weitesten vorgeschritten. In der nachstehenden Tabelle sind die Analysen einiger Anthracitarten zusammengestellt.

Anthracit	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff und Stickstoff	Asche
	in Prozenten			
I	91,98	3,92	3,16	0,94
II	90,45	2,43	2,45	4,67
III	92,56	2,33	2,53	1,58
IV	94,00	1,49	0,88	4,00

Der Kohlenstoffgehalt des reinen Anthracits steigert sich jedoch bis auf 98% und der Wasserstoffgehalt zuweilen bis 6 %; das specifische Gewicht beträgt zwischen 1,300 und 1,810, die Härte 2—2,5.

Reiner Anthracit ist vermöge seiner Dichtigkeit schwer entzündbar, zerspringt im Feuer und entwickelt eine höchst intensive Hitze mit bläulicher, rauchloser Flamme. Sein Vorkommen im Steinkohlengebirge und im Jura tritt zumeist in Brocken und Nestern aber auch in Lagern auf. Die größten Anthracitlager sind in Pennsylvanien am Susquehannah, sowie in Massachusetts und Rhode Island, wo jährlich gegen 20 Millionen Tonnen gewonnen werden; nicht unbeträchtliche Lager befinden sich in Frankreich, Südwales, Portugal, und wird Anthracit auch in Westfalen, Schlesien und in geringem Maß in Österreich (Turrach) gewonnen.

Die Anthracitkohle, eine Abart des reinen Anthracits, wird zur Lokomotivfeuerung mit Vorteil verwendet, wogegen reiner Anthracit sich nur für hüttenmännische Zwecke eignet.

In Deutschland und Österreich wird Anthracitkohle beim Eisenbahnbetrieb nicht verwendet, hingegen wurden in Rußland im Jahr 1885 rund 85 000 t dieses B. für Lokomotivfeuerung verbraucht.

2. Steinkohle (*Black-coal, pit-coal; Charbon*, m., *de terre, Houille*, f.) Die Steinkohlen gehören insgesamt einer älteren Periode der Erdbildung an. Sie haben eine dunkelschwarze Farbe, sind schwer, oft stark glänzend, bisweilen auch matt und stets mehr oder weniger zerklüftet. Von

der Struktur einer vegetabilischen Substanz ist meist nichts mehr zu erkennen. Die Härte beträgt 2—2,5, das specifische Gewicht 1,2—1,7, das Maßgewicht 0,85—1,05.

Im allgemeinen enthalten die Steinkohlen einen hohen Prozentsatz an Kohlenstoff und einen geringen an Sauerstoff, woraus sich ihr hoher Brennwert erklärt; doch giebt es eine Reihe von Steinkohlensorten, welche 12—18% Sauerstoff enthalten. Der Aschengehalt ist sehr variabel und wechselt sogar in einem und demselben Flöz zwischen 1 bis über 24 %. Der Aschengehalt beeinflußt den Brennwert sehr bedeutend, da dieser sich in demselben Maß vermindert, als der Gehalt an Asche zunimmt. Das Gleiche gilt von dem Gehalt an hygroskopischem Wasser, welcher jedoch bei den meisten Sorten nur sehr gering ist.

Eine charakteristische Eigentümlichkeit der Steinkohle ist ihre Fähigkeit zu backen, sowie ihre Verwendbarkeit für die Erzeugung von Leuchtgas.

Fast sämtliche Steinkohlenarten erweichen beim Erhitzen, schmelzen zusammen, auch wenn sie in Staubform verbrannt werden (Backkohlen, fette Kohlen) und bilden kohärente Massen (Coaks); es giebt jedoch einzelne Sorten, welche beim Erhitzen nicht schmelzen, sondern nur zusammensintern (Sinterkohlen) und eine weniger feste Masse bilden, oder aber solche, welche weder schmelzen noch sintern, sondern ohne jeden Zusammenhang bleiben (Sandkohlen, magere Kohlen).

Die Backkohlen enthalten viel Wasserstoff und sehr wenig hygroskopisches Wasser, wogegen der Wassergehalt bei Sinter- und Sandkohlen bis über 18% beträgt. Die Backkohlen erzeugen eine stark leuchtende intensive Flamme, und nachdem die daraus entweichenden Gase verbrannt sind, bleibt eine glühende Kohlenmasse zurück, welche ein starkes Wärmestrahlungsvermögen besitzt. Je backender die Kohle ist, eine desto intensivere Flamme giebt sie und desto besser eignet sie sich für Schmelzprozesse und hüttenmännische Zwecke.

Nach äußeren mineralogischen Merkmalen unterscheidet man schiefrige Varietäten (Schieferkohle), dünnblätterige Arten (Blätterkohle), zu unregelmäßigen Stücken zerfallende Kohle (Grobkohle), solche mit faseriger Struktur (Faserkohle) und pechschwarze, fettglänzende von muscheligem Bruch (Pechkohle).

Weitere Abarten sind die Kannelkohle, eine schwer zersprengbare schwarze Kohle, und der Gagat, welcher nach Farbe und Glanz der Pechkohle, in der Politurfähigkeit der Kannelkohle ähnlich ist.

Die größten Steinkohlenlager Europas sind jene von Großbritannien, woselbst sich die Kohlenformation auf eine Fläche von über 1,8 Millionen Hektar (7000 engl. Quadratmeilen) erstreckt; hiervon entfallen auf England circa 72%, auf Schottland ungefähr 26—27% und der Rest auf Irland.

Die bedeutendsten Kohlenreviere Großbritanniens sind, ihrer Bedeutung nach geordnet, folgende: 1. Durham und Northumberland, 2. Yorkshire und Derbyshire, 3. Schottland, 4. Wales, Monmoutshire, Gloucestershire, 5. Lancashire, 6. Straffordshire, Worcestershire, Cheshire, 7. Nottinghamshire, Leicestershire, Warwickshire, 8. Cumberland und Westmoreland. Die Kohlenproduktion beträgt jährlich rund 170 Millionen Tonnen.

Nach Berechnungen Edward Hulls sollen die englischen Kohlenfelder nach etwa hundert Jahren vollständig abgebaut sein, wohingegen nach den Untersuchungen einer vom Parlament eingesetzten Kommission die Kohlenvorräte Englands unter Zugrundelegung der heutigen Förderung noch auf tausend Jahre ausreichen sollen.

Die Qualität der englischen Kohle ist je nach den Revieren und Schächten sehr verschieden; es fehlt durchaus nicht an minderwertigen Kohlengattungen, jedoch überwiegen im allgemeinen die besseren Sorten, von denen einzelne den weitgehendsten Anforderungen in jeder Hinsicht entsprechen.

Hinsichtlich der Elementarzusammensetzung siehe nachstehende Tabelle:

	Englische Kohle enthält in 100 Gewichtsteilen getrockneter Substanz					
	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff	Schwefel	Asche
Im Maximum	90,94	9,22	18,06	2,16	5,07	25
Im Mittel ...	80,04	5,19	8,25	1,02	1,24	5,03
Im Minimum	60,00	3,46	0,39	Spuren	0,06	0,02

In Frankreich unterscheidet man drei Hauptkohlendistrikte, und zwar: in Nordfrankreich das Becken von Valenciennes, welches sich von der belgischen Grenze bis in die Umgebung von Boulogne-sur-Mer hinzieht und die Fortsetzung des in Belgien im Abbau befindlichen Kohlenlagers bildet; in Mittelfrankreich das Becken der Loire, welches die Kohlenfelder von Saint-Étienne, Rive-de-Gier und von Commentry einschließt und der wichtigste Kohlendistrikt Mittelfrankreichs ist. Derselbe umfaßt die ganze schmale Zone von Forez, welche die Loire von der Rhône trennt, übersetzt selbst das Flußbett der Rhône und erstreckt sich bis in das Departement der Isère. In Südfrankreich endlich ist das Becken von Alais, Aveyron und der Kohlendistrikt der Rhône zu nennen.

Die Kohlenproduktion Frankreichs beträgt jährlich rund 21 Millionen Tonnen.

In Belgien ist die Steinkohlenformation über ungefähr $^1/_{22}$ der Fläche des ganzen Lands ausgebreitet und zieht sich von Südwest nach Nordost über Quiévrain, Mons, Charleroi, Namur, Lüttich bis Hennegau. Die jährliche Produktion beträgt rund 18 Millionen Tonnen.

Von den Kohlenrevieren des Deutschen Reiches sind die wichtigsten:

a) Das mächtige niederrheinisch - westphälische Becken (Ruhrbecken), zu welchem gewöhnlich auch die kleinen Reviere von Osnabrück, Ibbenbüren und Minden gerechnet werden, dessen Kohlenreichtum auf 45 000 Millionen Tonnen geschätzt wird. Die jährliche Förderung beträgt beiläufig 27 Millionen Tonnen.

b) Das Kohlenbecken von Aachen mit einer Jahresproduktion von rund zwei Millionen Tonnen.

c) Das Saarbecken (Revier von Saarbrücken) mit einer Ausdehnung von 39 km Länge und 30 km

Breite, welches von der Saar, Nahe und Bliess begrenzt wird und sich im Südosten über die Rheinprovinz, im Osten bis in die bayerische Pfalz und im Westen bis nach Lothringen erstreckt. Der Kohlenreichtum dieses Beckens wird auf 45 400 Millionen Tonnen geschätzt; die Jahresproduktion beträgt etwa sieben Millionen Tonnen jährlich.

d) Das oberschlesische Kohlenbecken in dem südlichen Teil Schlesiens, und zwar in den Kreisen Ratibor, Beuthen, Pless, Rybnik gelegen, welches ungefähr 478 km² umfaßt und nach Schätzungen etwa 50 000 Millionen Tonnen Kohle enthalten soll. Jahresproduktion rund 13 Millionen Tonnen.

e) Das niederschlesische Revier von Waldenburg und Neurode mit einer Jahresproduktion von rund drei Millionen Tonnen, und

f) das sächsische Steinkohlenbecken mit den Hauptrevieren von Zwickau und Lugau und einer Jahresproduktion von ungefähr vier Millionen Tonnen.

Außerdem bestehen noch einige kleinere Reviere und beträgt die Jahresproduktion der sämtlichen Kohlenwerke Deutschlands etwa 58 Millionen Tonnen.

In der nachstehenden Tabelle sind die chemischen Analysen der Kohlen aus den Hauptbecken Deutschlands zusammengestellt:

Bezeichnung		100 Gewichtsteile getrockneter Substanz enthalten				Verdampfungsvermögen
des Reviers	der Gruben	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauer- und Stickstoff	Asche	
Ruhrbecken	Essen	85,62	4,65	7,64	2,09	7,47
	Bochum	85,90	4,56	4,77	1,56	7,66
	Dortmund	82,22	5,00	7,71	5,07	7,16
	Barop	78,05	5,05	12,92	3,98	7,37
	Witten	83,79	4,44	6,23	5,53	—
Revier von Saarbrücken	Gerhardgrube	72,38	4,46	15,05	8,11	7,03
	Heinitzgrube	80,53	5,06	11,91	2,50	7,74
	Dudweiler	87,29	5,30	8,54	4,87	7,46
Oberschlesisches Becken	Königsgrube I	86,02	6,00	5,79	2,19	—
	„ II	83,97	5,40	7,60	3,03	—
	„ III	83,08	5,00	10,37	1,55	—
Niederschlesisches Revier	Weißstein	81,59	5,01	10,52	2,88	8,27
	Hermsdorf	83,77	4,96	8,61	2,66	8,41
	Waldenburg	81,94	4,77	10,76	2,53	8,18
Sachsen	Oberhohndorf	83,96	4,11	9,62	2,29	6,78
	Planitz	76,96	4,40	16,09	2,54	6,25
	Zwickau	77,98	4,05	12,85	5,12	6,48
	Lugau	80,12	3,65	11,49	4,74	6,35
	Niederwürschnitz	76,75	4,85	13,48	4,92	5,34
	Burgk	63,84	3,81	11,09	11,19	5,39
	Zauckeroda	70,32	4,52	12,47	12,69	6,34

In der österreichisch-ungarischen Monarchie sind die Steinkohlen größtenteils längs einer Linie von westöstlicher Richtung gelagert, welche bei Pilsen an der bayerischen Grenze beginnend bis nach Galizien an die russische Grenze reicht und die Becken von Pilsen, Kladno-Schlan-Rakonitz, Schatzlar-Schwadowitz, Ostrau - Karvin und Jaworzno umfaßt; zum kleineren Teil finden sich Ablagerungen im Süden und im Südosten Ungarns, wie z. B. bei Fünfkirchen und Steierdorf. Abgesondert von diesen Becken liegt in Mähren das Revier von Rossitz.

Die jährliche Steinkohlenproduktion in Österreich-Ungarn beträgt beiläufig acht Millionen Tonnen und entfallen hiervon auf Böhmen 50%, auf Schlesien 20%, auf Mähren 13%, auf Galizien 5%, auf Niederösterreich 1%, auf Ungarn 11%.

In der nachstehenden Tabelle sind die Verhältnisse einiger Steinkohlengattungen der österreichisch-ungar. Monarchie zusammengestellt:

Kronland	Gewinnungsort	Formation	Mittelwerte		
			Wasser-	Asche	Kalorien
			%	%	
Böhmen	Nirschan	Steinkohlen	4,4	5,6	5780
„	Mantau	„	3,9	13,0	5576
„	Mies	„	11,0	5,7	5475
„	Littitz	„	1,8	10,0	5706
„	Radnitzer Becken	„	12,5	7,1	5013
„	Kladno	„	2,1	9,4	5694
„	Buschtěhrad	„	4,0	9,0	5668
„	Rakonitz	„	8,3	8,9	4839
„	„	„	9,5	21,5	3559
„	Schatzlar-Schwadowitz	„	3,3	9,0	5818

Kronland	Gewinnungsort	Formation	Mittelwerte		
			Wasser	Asche	Kalorien
			%	%	
Mähren u. Schlesien	Zbeschau	Steinkohlen	0,5	5,3	6403
"	Rossitz	"	1,0	23,6	4865
"	Přivor	"	0,6	3,5	7107
"	Mähr.-Ostrau	"	1,5	7,2	6027
"	Hruschau	"	1,3	4,6	7119
"	Poln.-Ostrau	"	2,7	6,2	5802
"	Michalkowitz	"	1,4	6,1	6158
"	Dombrau	"	1,4	8,0	6031
"	Karvin	"	2,2	8,0	5934
"	Peterswald	"	3,6	6,2	5556
"	Orlau-Lázy	"	1,4	1,8	6158
Galizien	Jaworzno	"	13,1	5,6	4809
"	Siersza	"	17,9	5,9	4913
"	Dombrowa	"	12,6	7,0	5105
Ungarn	Fünfkirchen	Lias	1,5	13,4	6147
"	Steierdorf	"	2,1	1,7	6451
"	Reschitza	"	1,0	1,8	7229

Rußland besitzt ausgedehnte Kohlenreviere im Gouvernement Kaluga und Fula, ferner am Donetz im Süden, am Ural, und im Norden auf den Bäreninseln und Spitzbergen. Die Ausdehnung der russischen Kohlenablagerungen wird auf 70 000 km² geschätzt. Die Kohle ist von vorzüglicher Qualität und steht der besten englischen Kohle nicht nach. Die Jahresausbeute beträgt rund vier Millionen Tonnen.

Die Kohlenfelder Nordamerikas bedecken schätzungsweise eine Fläche von 500 000 km² und beträgt die jährliche Ausbeute etwa 50 Millionen Tonnen. Die wichtigsten Kohlenfelder sind jene von Neu-England und Pennsylvanien, das appalachische Kohlenfeld, das Bassin von Michigan, das centrale Gebiet und das Missouri-Feld.

Geradezu unermeßliche Kohlenschätze besitzt Asien und wird die Ausdehnung der bekannten Kohlenfelder auf gegen 600 000 km² geschätzt. In erster Linie sind zu nennen die Kohlenfelder Chinas, deren größtes jenes von Süd-Schansi ist und dessen Reichtum allein auf 700 000 Millionen Tonnen geschätzt ist, so daß dasselbe während circa 2300 Jahren den gegenwärtigen Kohlenbedarf der Erde decken würde. Nicht minder bedeutend sind die Kohlenschätze Japans, besonders jene der Insel Jesso, welche auf 150 000 Millionen Tonnen geschätzt werden. Die Ausbeutung in diesen beiden Ländern ist trotz der vorzüglichen Qualität der Kohle bis jetzt eine sehr geringe und beträgt rund sieben Millionen Tonnen pro Jahr. Bedeutende Kohlenlager befinden sich auch in Ostindien, von denen die wichtigsten jene von Rajmahal-Hills und des Damuda-Thals sind, und wird der Inhalt dieser beiden Becken auf circa 16 000 Millionen Tonnen geschätzt.

Australien besitzt reiche Kohlenfelder in den Cordilleren von Ost-Australien, in Neu-Südwales, Queensland und Neu-Seeland, welche ein Areal von circa 50 000 km² bedecken. Die Kohle ist sehr hochwertig und kann der besten englischen Kohle gleichgestellt werden.

3. Braunkohle (*Brown-coal; Lignite*, m.). Die Braunkohlen (zu denen auch die Lignite zählen) gehören einer jüngeren Periode der Erdbildung an als die Steinkohlen, und zwar der Kreide-, Eocen- und Miocenformation und bildet bei einigen Abarten pechschwarzer, teilweise auch backender und Coaks erzeugender Braunkohlen das geologische Alter das einzige Unterscheidungsmittel von der Schwarz- oder Steinkohle.

Die Farbe der Braunkohle ist meist braun bis dunkelbraun von muscheligem, schwarz glänzendem Bruch. Das specifische Gewicht beträgt 1,29—1,5, die Härte ist gleich dem Talkspat bis Kalkspat. Nach den Untersuchungen von Regnault beträgt der Kohlenstoffgehalt 56 bis 75%, der Wasserstoffgehalt 4—5%, der Sauerstoffgehalt 17—27%, und hat daher die Braunkohle im allgemeinen einen geringeren Brennwert als die Steinkohle. Der Gehalt an hygroskopischem Wasser ist stets sehr hoch und erreicht bisweilen — ausgenommen bei den der älteren Eocenformation angehörigen Braunkohlen — 22%. Der Aschengehalt ist sehr verschieden, er erreicht bei den Kohlen der jüngeren Eocen- und Kreideformation zuweilen eine Höhe von 22—34%; sinkt aber auch, namentlich bei den Kohlen des Erzgebirge-Beckens in Österreich bis auf 2,5%.

In Großbritannien ist das bedeutendste Braunkohlenbecken jenes bei Bovey (Devonshire), welches seit hundert Jahren ausgebeutet wird. Dasselbe besitzt 10 Flöze mit einer Gesamtmächtigkeit von 30 m. Die zumeist vorkommenden sind jedoch von untergeordneter Qualität.

In Frankreich finden sich Braunkohlenablagerungen bei Auvergne und im Mündungsgebiet der Rhône. (Die Ausbeute beträgt rund 600 000 t.) In Italien sind die Braunkohlenlager bei Catibona und Sinigaglia mit einer Produktion von etwa 300 000 t zu nennen; auch Spanien, Portugal, Griechenland und Rußland besitzen Braunkohlenlager, deren Ausbeute jedoch gering ist.

Das Deutsche Reich besitzt sehr ausgedehnte Braunkohlenbecken in Niederschlesien, in der Lausitz, im nördlichen Teil des Königreichs Sachsen, in Thüringen bis nach Hessen und bis zum Westerwalde. Die Qualität der Kohle ist vielfach so gering, daß gar keine Ausbeute stattfindet. Höherwertige Kohlen sind jene am Westerwalde, am Meißner in Hessen, in der

Wetterau am Taunus, bei Merseburg und Weißenfels in Thüringen, in Anhalt, bei Spremberg, bei Frankfurt a. d. Oder, im Braunschweigischen u. s. w. Die Gesamtjahresproduktion beträgt ungefähr sieben Millionen Tonnen.

Österreich-Ungarn ist mit fast unerschöpflichen, leicht abzubauenden Lagern hochwertiger Braunkohlen gesegnet. Das ausgedehnteste und reichste Becken ist das Erzgebirge-Becken mit einer Jahresausbeute von rund zehn Millionen Tonnen, welche jedoch in fortwährender rapider Steigerung begriffen ist. Diese Kohle zeichnet sich durch große Reinheit und geringen Aschengehalt aus, welche Eigenschaften ihr, trotz der bedeutenden Konkurrenz der Steinkohle, eine ausgedehnte Verbreitung beim Eisenbahnbetrieb und der Industrie sichern. Die einzelnen Kohlenflöze haben stellenweise eine Mächtigkeit von 40 m. Andere, jedoch weniger ausgedehnte Braunkohlenreviere liegen zwischen den Ausläufern der Alpen, namentlich an deren östlichem Abhang in Oberösterreich, Steiermark und Krain, welche jedoch nur eine Jahresproduktion von etwa einer Million Tonnen aufweisen. Endlich sind noch die Braunkohlenreviere von Ungarn (Salgó-Tarján), Siebenbürgen (das Becken des Syltthals, namentlich bei Petroczeny, wo sich eine ausgezeichnete Kohle vorfindet), ferner in Istrien (Albona) und in Dalmatien (Monte Promina) zu erwähnen.

Nordamerika besitzt mächtige Braunkohlenlager im oberen Missourigebiet und in Vancouver, und beträgt die Gesamtproduktion in den Vereinigten Staaten jährlich ungefähr 75 Millionen Tonnen.

In der nachstehenden Tabelle sind die Verhältnisse einiger Braunkohlen Österreichs zusammengefaßt.

Kronland	Gewinnungsort	Formation	Mittelwerte Wasser	Asche	Kalorien
			%	%	
Steiermark	Trifail	Älteres Miocen	15,8	6,9	3993
"	Hrastnigg	" "	15,7	5,0	3920
"	Brunn bei Cilli	" "	9,0	5,1	4972
"	Leoben	" "	9,8	3,1	4840
"	"	" "	10,0	2,6	5222
"	Fohnsdorf	" "	8,4	4,9	5074
Böhmen	Umgebung Dux	" "	17,6	2,9	4570
"	Teplitz	" "	20,6	2,5	4407
"	Brüx	" "	17,2	6,1	4147
"	Johnsdorf	" "	—	2,9	4305
"	Wurzmes	" "	18,0	11,8	3921
Ungarn	Salgó-Tarján	" "	11,1	7,4	4680
Siebenbürgen	Petroczeny	" "	2,1	6,5	5582

4. Lignite (*Lignites*, pl.; *Lignites*, m. pl., *houilles*, f. pl, *brunes*). Dieselben sind Braunkohlen aus der jüngeren Miocen- und Kreideformation und bilden ein Zwischenglied zwischen Torf und der älteren Braunkohle. Ihr Brennwert ist ungemein verschieden und hängt dies mit dem größeren oder geringeren Gehalt an Sauerstoff, sowie an hygroskopischem Wasser zusammen, welch letzteres in sehr beträchtlicher Menge auftritt, und zwischen 10 und 30% variiert. Es ist dies ein charakteristisches Merkmal dieser Kohlengattung. Das specifische Gewicht beträgt 1,1—1,276. Die Farbe der Lignite ist hell- bis dunkelbraun; sie besitzen eine vollständige Holzstruktur und sind spaltbar; an der Luft bekommen sie Risse und zerfallen in kleine Teile. Die Lignite treten bisweilen in kompakten Massen auf, sind dann erdig, moorartig und dunkelbraun, wobei von einer Holzstruktur nichts zu sehen ist (Moorkohle). Für große pyrometrische Leistungen eignen sich die Lignite nicht, doch haben sie sich immerhin in der Industrie einen bedeutenden Rang erworben und werden auch zur Lokomotivfeuerung verwendet.

In Großbritannien finden sich Lignitlager bei Bothfield, Heathfield, Downholme, Hudswell, sowie in Irland; in den beiden letzteren Ländern trifft man ausgedehnte Torflager, wo die Unterscheidung, ob man Torf oder Lignit oder eigentliche Braunkohle vor sich hat, oft schwer fällt.

In Deutschland kommt Lignit in vielen Braunkohlenrevieren vor.

Die bedeutendsten Lignitlager Österreichs sind jene des Hausruckgebirges bei Holzleithen, Thomasroith und dann bei Wolfsegg, außerdem befinden sich auch in Böhmen, Niederösterreich, Krain, Kärnten und Mähren ziemlich ansehnliche Lignitlager.

Aus nachstehender Tabelle ist die Elementarzusammensetzung einiger Lignitarten ersichtlich.

Lignitart und Vorkommen	100 Gewichtsteile trockener Substanz enthalten: Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Schwefel	Asche
Schwarzbrauner Lignit von Thallern ...	49,58	3,81	22,68	4,59	19,34
Dunkler Lignit vom Westerwald	57,30	5,90	35,10	—	1,70
Lichter Lignit vom Westerwald	70,30	6,40	21,40	—	1,90

Nachfolgend sind die Verhältnisse einiger Lignitarten Österreichs zusammengestellt:

Kronland	Gewinnungsort	Formation	Wasser	Asche	Brennbare Substanz	Kalorien
Böhmen	Budweis	Jüngeres Miocen	16,5	16,0	67,5	3932
Oberösterreich	Traunthal	„ „	19,9	8,1	72,0	2288
„	Thomasroith	„ „	17,7	10,6	—	3525
„	Wolfsegg	„ „	22,9	7,0	—	3435
Mähren	Zierowitz	„ „	19,0	11,1	69,9	3853
Steiermark	Pichling	„ „	8,8	5,3	85,9	4409
„	Tregist	„ „	11,8	3,4	—	3986
„	Köflach	„ „	14,1	4,1	—	4004
„	Voitsberg	„ „	14,3	3,8	81,9	3731
Kärnten	Schifling	„ „	13,3	10,6	76,1	3627
Krain	Neudegg	„ „	12,4	5,3	82,3	4486

V. Coaks (*Cokes, coaks*, pl.; *Charbons*, m. pl., *de houille*). Diese werden aus Steinkohle durch Erhitzung bei Luftabschluß, wobei Wasserstoff, Sauerstoff und ein Teil des Schwefels verloren geht, gewonnen. Durch diesen Prozeß wird ein gleichmäßiges Produkt von hohem Wärmeeffekt und größerer Reinheit erzielt, welches bei der Verbrennung nicht erweicht wird, sich nicht aufbläht und flammlos verbrennt. Die Verkoksung erfolgt in Meilern, Haufen oder Retorten, und wird letztere Art zumeist bei Gasfabriken angewendet. Zur Herstellung der Coaks wird gewöhnlich fette Backkohle und Kohlenklein, welches zur Kesselfeuerung nicht geeignet ist, verwendet.

Coaks sind je nach der Qualität der verwendeten Kohle und je nach der Erzeugungsmethode großblasig bis dicht, bald weich und mürbe, bald hart und klingend, dunkelgrau, matt oder silbergrau. Gute Coaks sollen eine silbergraue, metallisch glänzende Farbe haben und beim Aneinanderschlagen klingen.

Die verschiedenen Sorten enthalten bis 93% Kohlenstoff, 0,3—0,5% Wasserstoff, 2—2,5% Sauer- und Stickstoff, 5—10% hygroskopisches Wasser, sowie einen Aschengehalt zwischen 1 und 30%. Coakssorten mit einem Aschengehalt von mehr als 10% gehören schon den schlechteren Sorten an. Das specifische Gewicht schwankt zwischen 0,3 und 0,5.

Coaks waren ehemals das ausschließliche Feuerungsmaterial für Lokomotiven; derzeit werden sie nur dort zur Lokomotivfeuerung verwendet, wo es sich um eine rauchlose Verbrennung handelt, beispielsweise beim Betrieb in langen Tunnels, im Weichbild von Städten u. s. w. Beim Werkstättenbetrieb sowie bei der Waggonbeheizung werden Coaks sehr häufig verwendet.

VI. Briquettes (*Coal-cakes, patent-fuels*, pl.; *Briquettes*, f. pl., *de houille ou de lignite*), im weiteren Sinn alle aus pulverförmigem B. (Kohlenklein, Sägespänen, Gerberlohe, Torf etc.) unter Anwendung starken Drucks, teils mit, teils ohne Verwendung von Bindemitteln, künstlich dargestellten Kohlenziegel (Kohlensteine, Preßkohle, Torfziegel etc. etc.). Im engeren und eigentlichen Sinn versteht man unter Briquettes nur die aus gut backender Kohle, ohne Zusatz von Bindemitteln, bloß durch Pressen, bei einer Temperatur, bei welcher die Kohlen erweichen und infolge ihrer eigenen Backfähigkeit kohärieren, erzeugten Kohlenziegel; die unter Zuhilfenahme von Bindemitteln künstlich erzeugte Stückkohle wird vielfach mit dem Namen Pereas bezeichnet. Zumeist werden Briquettes nur aus Stückkohlengrus, seltener aus Braunkohlenklein oder Abfällen von Holz, Torf etc. hergestellt. Die Briquettes sollen höchstens einen Aschengehalt von 10% besitzen, mit wenig rußender Flamme brennen und einen der guten Steinkohle gleichen, absoluten Heizeffekt liefern.

Behufs Bereitung von Briquettes wird das Steinkohlenklein gewaschen und von dem anhaftenden Schmand befreit, manchmal nochmals vermahlen, um ein feineres Korn zu erzielen und endlich mit oder ohne Anwendung von Bindemitteln oder Wärme in eigenen Maschinen zu festen, kohärierenden Stücken gepreßt. Die ausgedehntesten Briquettesfabriken bestehen im Steinkohlenbecken von Charleroi und bei Lüttich; in England ist der Hauptsitz dieser Industrie der Hafen von Svansea; neuerer Zeit werden auch in Deutschland und Österreich vielfach Briquettes erzeugt. Die Produktion von Steinkohlenbriquettes beträgt in Europa rund 2,5 Millionen Tonnen.

Gute Briquettes geben ein geringeres Kalo als Steinkohle, bedürfen kein so häufiges Schüren und verursachen demnach eine geringere Abkühlung der geheizten Flächen; die Briquettes stehen rücksichtlich des Brennwerts der Stückkohle nicht nach, sind dichter und fester als diese, lassen sich leichter und besser unterbringen und gestatten eine größere Reinlichkeit. Zu große Briquettes sind nicht empfehlenswert, weil sie meist wieder verkleinert werden müssen und wieder Grus liefern; am besten eignen sich runde Briquettes, weil sie den Rost weniger versetzen.

Hauptsächliche Verwendung finden die Briquettes bei Dampfkesselheizungen, für Lokomotivfeuerung, bei Beheizung der Eisenbahnwagen, weniger für Zimmerfeuerung. In der Schweiz werden beim Eisenbahnbetrieb nahezu ausschließlich Briquettes verwendet und betrug der Verbrauch an solchen im Jahr 1887 rund 173 000 Tonnen.

VII. Petroleum (*Naphtha, rock-oil, petroleum; Pétrole*, m., *huile*, f., *de pierre*). Über das Vorkommen des Rohpetroleums, dessen Eigenschaften, Produkte u. s. w. siehe Beleuchtungsmaterialien.

Infolge des hohen Kohlenstoffgehalts, namentlich aber des hohen Gehalts an Wasserstoff, sowie des geringen Prozentsatzes von Sauerstoff besitzt das Petroleum eine bedeutend höhere Heizkraft als die beste Steinkohle (theoretisch 17—18faches, wirklich 12—13faches Verdampfungsvermögen).

Über die chemische Zusammensetzung und das specifische Gewicht des Rohpetroleums giebt die nachstehende Tabelle Aufschluß.

Rohpetroleum	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Specifisches Gewicht
	in Prozenten			
Pennsylvanisches	84,9	13,7	1,4	0,805—0,816
Russisches,				
leichtes	86,3	13,6	0,1	0,884
schweres	86,6	12,3	1,1	0,938
Petroleumrückstände	87,1	11,7	1,2	0,928

Wegen der hohen Heizkraft versuchte man schon im Jahr 1864 in Amerika Petroleum als B. für Schiffskesselfeuerung zu verwenden, welche Versuche ein Jahr später in Australien, England und Frankreich fortgesetzt wurden. Die erste Lokomotive für Petroleumfeuerung wurde in Frankreich im Jahr 1868 von Sauvage eingerichtet, und unternahmen Dieudonné und Vuillemin die ersten größeren Versuche hinsichtlich der Verwendung des Petroleums für Lokomotivfeuerung. Diese Versuche ergaben gegenüber der Kohlenfeuerung hinsichtlich des Verbrauchs an B. sehr günstige Resultate. Die hohen Petroleumpreise und die Umständlichkeiten bei der Kesselbedienung verhinderten jedoch eine weitere Verwendung.

Die nächsten Versuche wurden in größerem Umfang von der Verwaltung der Grjasi-Zarizyner Eisenbahn (Rußland) unternommen, führten jedoch wegen hoher Petroleumpreise ebenfalls zu keinem entsprechenden Resultat. Erst im Jahr 1883 waren die Bemühungen des Maschinendirektors der genannten Eisenbahn (Thomas Urquhart) von besserem Erfolg begleitet.

Seit dieser Zeit hat die Heizung mit Rohpetroleum oder Petroleumrückständen eine bedeutende Vervollkommnung erfahren und sind derzeit sämtliche Maschinen der Grjasi-Zarizyner Eisenbahn sowie eine bedeutende Anzahl von Lokomotiven der Tambow-Saratower, der Transkaspischen, der Transkaukasischen, Nischegoroder, Tambow-Koslower, Tjumener und zum Teil auch bei den rumänischen, sowie bei den pennsylvanischen Bahnen für Petroleumheizung eingerichtet, und außerdem findet diese Feuerung auch teilweise bei Schiffs- und Stabilkesseln Anwendung.

Bei der Feuerung mit einem flüssigen Brennstoff ist es von Wesenheit, daß derselbe auf eine leichte Art und Weise und womöglich fein verteilt in den Feuerungsraum gelange, weil er in dieser Form am leichtesten entzündbar ist und am zweckmäßigsten und vorteilhaftesten verbrennt. Der Petroleumstrahl wird daher durch einen eigenen Injektor in eine in der Feuerkiste aus Chamottesteinen hergestellte und hochgradig erhitzte Verbrennungskammer geleitet, in welcher die Mischung der Gase mit der atmosphärischen Luft, sowie die vollständige Verbrennung vor sich geht. Die Verbrennung erfolgt rauchlos, wenn bei der Manipulation Gasentwicklung und Luftzufuhr in richtiger Weise geregelt werden. Besonders hervorgehoben wird bei der Petroleumfeuerung die leichte Bedienung und Regulierung des Feuers, die Möglichkeit des momentanen Ablöschens, sowie der Forcierung desselben bis zum Maximum des Erreichbaren.

In der nachstehenden Tabelle sind die Resultate von Probefahrten auf der Grjasi-Zarizyner Bahn, bei denen Anthracit, sowie eine Art Backkohle verwendet wurde, den Ergebnissen von Probefahrten bei Feuerung mit Naphthaabfällen gegenübergestellt.

Heizmaterial	Bruttolast des Zugs in Tonnen	Leistung		Materialverbrauch in Kilogramm		
		zurückgelegte Kilometer	1000 Bruttotonnenkilometer	im ganzen	pro 1 km	pro 1000 Bruttotonnenkilometer
			Personenzugslokomotive			
Naphthaabfälle	212,9	425	111,772	3047	7,71	33,7
Anthracit	212,9	425	111,772	5160	12,14	57,0
			Sechs-Kuppeler-Güterzugslokomotive			
Naphthaabfälle	491,4	311,5	153,071	2801	8,99	18,3
Anthracit	491,4	311,5	153,071	5799	18,60	37,9
Backkohle	491,4	311,5	153,071	6388	20,50	41,7
			Acht-Kuppeler-Güterzugslokomotive			
Naphthaabfälle	720,7	220	158,554	2424	11,01	15,3
Anthracit	704,3	220	154,946	4111	18,68	26,5
Backkohle	622,4	220	136,928	5733	26,25	41,9

In England wurden Versuche mit flüssigem Brennstoff in größerem Maßstab zuerst im Jahr 1886 bei der Great Eastern Eisenbahn angestellt und wurde im Jahr 1888 eine Personenzugslokomotive nach dem System Holden eingerichtet. Bei diesem System wird der flüssige Brennstoff entweder allein oder gleichzeitig mit Kohle, oder aber nur Kohle allein verbrannt. Der Übergang vom flüssigen zum festen Brennstoff oder umgekehrt kann während der Fahrt ohne Schwierigkeit erfolgen. Überdies verwendet Holden nicht Petroleumrückstände, sondern ein Gemisch von $^2/_3$ ordinärem Gasteer und $^1/_3$ Kreosot oder anderen billigen Mineralölen. Auch Pech oder sehr schwere Öle können auf diese Art der Feuerung zugeführt werden, müssen jedoch zuvor durch Zuleitung von Dampf in dem hierfür bestimmten Behälter am Tender

dünnflüssig gemacht werden. Die Zuführung des flüssigen B. geschieht ebenfalls mittels Injektoren; das Innere der Feuerbüchse ist (wie in England überhaupt üblich) mit einem Gewölbe aus feuerfesten Ziegeln ausgerüstet und überdies der Rost mit Kalksteinstücken bedeckt. Diese Disposition ersetzt die Urquhart'sche Verbrennungskammer.

Die Kombination des flüssigen Brennstoffs mit der Kohle ist für jene Petroleumgegenden von Bedeutung, woselbst mit Rücksicht auf große Schwankungen der Marktpreise und die schwierige Magazinierung des Mineralöls oder aus anderen Gründen die Einrichtung der Feuerungen ausschließlich für flüssige B. nicht rätlich erscheint.

C. Sonstiges. Von allen B. findet beim Eisenbahnbetrieb die Kohle die weitaus größte Verwendung und sollen daher im nachstehenden deren Eigenschaften und Behandlung näher erörtert werden.

Wie schon eingangs erwähnt, sind die bloß theoretisch ermittelten Brennwerte einer Kohlengattung für die Bestimmung ihrer Verwendbarkeit beim Lokomotivbetrieb nicht allein ausschlaggebend, namentlich, wenn die Kohle backt, Funken wirft oder aber schlackt. In derartigen Fällen entscheidet immer nur der Grad der nachteiligen Folgen, welche diese Eigenschaften hervorbringen, welcher am sichersten durch praktische Erprobungen und Beobachtungen des Verhaltens der Kohle während des Verbrennungsprozesses ermittelt werden kann.

Namentlich fällt das Schlacken der Kohle schwer ins Gewicht, und kommt es daher vielfach vor, daß Kohle von hohem Heizwert wegen übermäßiger Schlackenbildung zur Lokomotivfeuerung ungeeignet ist, während sich die schlackenfreie Kohle von niedrigerem Brennwert hierzu vollkommen eignet.

Wiewohl sich die Grenze des Backvermögens und Schlackengehalts, bei welcher eine Kohle noch zur Lokomotivfeuerung geeignet ist, nicht bestimmen läßt, so kann im allgemeinen doch angenommen werden, daß jede Kohlengattung ohne Rücksicht auf ihren Brennwert dann noch verwendbar ist, wenn deren Rückstände ohne besondere Anstrengung von Seite des manipulierenden Maschinenpersonals beseitigt werden können, oder mit anderen Worten, wenn die Reinhaltung des Feuers und überhaupt des Rostes während des Verbrennungsprozesses jederzeit leicht möglich ist. Kohlengattungen, bei denen dies nicht thunlich ist, sind von der Verwendung auszuschließen. Weniger von Belang ist der Funkenflug, nachdem den gefährlichen Wirkungen desselben durch die Verwendung von Funkenfangapparaten (Funkenfänger) zumeist begegnet werden kann; immerhin ist aber auch diesbezüglich durch Erprobungen zu bestimmen, inwieweit eine leichte und daher stark Funken werfende Kohle zum Eisenbahnbetrieb brauchbar ist.

Von großer Wichtigkeit für die Lokomotivfeuerung ist die Korngröße der Kohle, indem eine gleichmäßige Beschickung des Rostes und eine gleichmäßige Luftzufuhr, welche für eine größtmögliche Ausnutzung des Brennwerts unerläßlich ist, sich nur bei einer gleichmäßigen Korngröße erreichen läßt. Kohle von bedeutend differierender Korngröße (z. B. Förderkohle), besonders solche, welche nicht backt (Braunkohle, Sandkohle), ist daher auch für Lokomotivfeuerung nicht empfehlenswert.

Aus diesem Grund kommt die Kohle nicht in jenem Zustand in den Handel, wie sie aus der Grube gefördert wird, sondern wird zuerst sortiert. Diese Sortierung ist in den einzelnen Kohlenrevieren mit Rücksicht auf die Qualität der Kohle, sowie die chemischen und physikalischen Eigenschaften derselben mehr oder weniger ausgebildet.

Die Schichtenlagerung, sowie die Art der Gewinnung der Steinkohle bringt es mit sich, daß bedeutende Letten- und Schiefermengen mit aus der Grube gefördert werden, welche im Feuer eine flüssige Schlacke bilden und den Brennwert vermindern. Solche Beimengungen werden durch Waschen der Kohlen entfernt, und kommt die so aufbereitete Kohle als gewaschene Kohle in den Handel. Was die Braunkohle betrifft, so ist deren Staub unverbrennbar und sind daher die verschiedenen Sorten staubfrei zu liefern.

Im oberschlesischen Kohlengebiet werden von der kgl. preußischen Berginspektion Königshütte die Kohlen in erster Linie in zwei Hauptsorten, und zwar in *a)* Flammkohlen und *b)* Fettkohlen geschieden. Die Flammkohlen werden weiters sortiert in: 1. Stückkohlen, 2. Würfelkohlen, 3. gesiebte Nußkohlen, 4. Förderkohlen (Gemenge von Stück- und Kleinkohlen), 5. Kleinkohlen, 6. gesiebte Grieskohlen, 7. ungesiebte Grieskohlen, 8. Staubkohlen; die Fettkohlen werden sortiert in: 1. Stückkohlen, 2. Förderkohlen, 3. Kleinkohlen (Schmiedekohlen).

Die kgl. preußische Bergwerksdirektion Saarbrücken produziert Flammkohlen, magere Kohlen und Fettkohlen und bringt sie unter Beifügung des Grubennamens als Förderkohle I, II oder III in den Handel.

Das kgl. bayrische Bergamt St. Ingbert produziert Fett- und Flammkohlen, welche ebenfalls als Förderkohle I, II, III verhandelt werden.

Die Bergwerksgesellschaft „Vereinigter Bonifacius" bei Gelsenkirchen im Ruhrgebiet unterscheidet Förderkohle und aufbereitete Kohle, und wird die Förderkohle in Gaskohle, Gasflammkohle, Maschinenkohle und Fettkohle, die aufbereitete Kohle wieder in Generatorkohle (Flammstücke), Stückkohle (Fettstücke), gewaschene Nußkohle I mit 45—80 mm, II mit 28—45 mm, III mit 15 bis 28 mm und IV mit 8—15 mm Korngröße, und endlich in Coakskohle sortiert.

Die vom Aktienverein der Zwickauer Bürgergewerkschaft im sächsischen Kohlengebiet gewonnene Kohle wird in: 1. Pechstückkohle, 2. Nußstückkohle, 3. grob sortierte Würfelkohle, 4. gewaschene Würfelkohle, 5. Knörpelkohle, 6. Nußkohle (Schmiedekohle), 7. Coakskohle, 8. Maschinenkohle I, 9. Maschinenkohle II, und 10. Maschinenkohle III sortiert.

In Österreich-Ungarn ist die üblichste Sortierung der Steinkohle in: 1. Förderkohle (auch melierte Kohle), ein Gemisch von Grob-, Klein- und Staubkohle, 2. Stückkohle mit einer Korngröße über 100 mm, 3. Mittelkohle mit einer solchen von 40—100 mm, 4. Würfelkohle von 20—40 mm, 5. Nußkohle von 10—20 mm, 6. Grieskohle von 5—10 mm und 7. Staubkohle unter 5 mm Korngröße.

Die Braunkohlenwerke im Erzgebirge sortieren die Kohle in: 1. Stückkohle mit über 150 mm, 2. Mittelkohle I mit 50–150 mm, 3. Mittelkohle II mit 30—50 mm, 4. Nußkohle I mit 15—30 mm, 5. Nußkohle II mit 5—15 mm Korngröße. Förderkohle gelangt in der Regel nicht zum Verkauf.

Vielfach wird die Kohle nur in Stück-, Förder- oder Kleinkohle geschieden und in den Handel gebracht.

Aus diesen Angaben ist ersichtlich, wie verschiedenartig die Kohlensortierungen bei den einzelnen Werken vorgenommen werden, und empfiehlt es sich daher vor der Beschaffung größerer Quantitäten Kohle sowohl über die Korngröße als auch das Mischungsverhältnis (namentlich bezüglich jener Kohlengattungen, welche aus Gemisch von Stück-, Klein- und Staubkohle bestehen) genaue Erkundigungen einzuziehen und die einzelnen Sortiments eingehenden Proben zu unterziehen.

Nachdem jede Kohlengattung durch längeres Lagern mehr oder weniger entwertet wird und durch die Fähigkeit, den Sauerstoff der atmosphärischen Luft zu absorbieren, vielfach eine Neigung zur Selbstentzündung eintritt, sollte in der Regel ein größeres Anhäufen von Kohlenvorräten nicht platzgreifen. Die Gefahr der Selbstentzündung wird umso größer, je mehr die ursprüngliche Feuchtigkeit aus der Kohle schwindet, und ist diesem Umstand besonders bei Kleinkohle oder Kohlensorten, welche mit Staub stark untermischt sind, besonderes Augenmerk zu schenken, weil die Oxydation infolge der größeren Angriffsflächen viel rascher vor sich geht, wie bei Grobkohle. Es sind daher Stückkohlen gegen die Oxydation widerstandsfähiger als Kleinkohlen und eignen sich besser zur Deponierung. Erfahrungsgemäß bietet das Erhalten hygroskopischer Feuchtigkeit Schutz gegen das Zerfallen der Kohle und gegen ein rascheres Fortschreiten der Oxydation, daher es zweckmäßig ist, die Kohlenlager vor einem raschen Austrocknen durch Zudecken mit einer 40—50 mm starken Schichte Kohlenstaub zu schützen.

Was den Umfang der beim Eisenbahnbetrieb zu haltenden Kohlenvorräte anbelangt, so lassen sich hierfür keine allgemeinen Normen aufstellen, indem einerseits die Rücksicht auf oft vorkommende ungünstige Konjunkturen des Kohlenmarkts, Störungen im Bergwerksbetrieb, Strikes, Wagenmangel, elementare Ereignisse u. s. w., andererseits auch vielfach die Vorschriften über Deponierung von Kriegsvorräten zu ungleichmäßiger Bevorrätigung zwingen. Den preußischen Staatsbahnen wurde neuestens mit Rücksicht auf die Strikes in den Kohlenrevieren eine Bevorrätigung an Kohle für eine achtwöchentliche Periode aufgetragen. Die österr. Staatsbahnen halten Vorräte bis zu 12 Wochen. In der Schweiz hält die Gotthardbahn Vorräte bis zu 24 Wochen, die übrigen Schweizer Bahnen bis zu 16 Wochen. Nach Art. 23 des Bedingnishefts zum italienischen Eisenbahngesetz vom 27. April 1885 sind die Betriebsgesellschaften verpflichtet, Kohlenvorräte für einen viermonatlichen, über Verlangen der Regierung bei außerordentlichen Verhältnissen selbst für einen sechsmonatlichen Bedarf, und gegen Entschädigung auch noch einen weitergehenden Vorrat zu halten. Dagegen lassen andere Bahnverwaltungen die Kohlenvorräte vielfach nicht über das vierzehntägige Verbrauchsquantum anwachsen. Nichtsdestoweniger bringen es die örtlichen, mitunter sehr beschränkten Raumverhältnisse vieler Kohlendepotstationen mit sich, daß ältere Kohlenvorräte weit über die vorschriftsmäßigen Lagerungstermine hinaus liegen bleiben, und immer wieder jüngere Kohlenvorräte zur Verwendung kommen. In solchen Fällen werden die Brennwertverluste, namentlich aller Kohlen mit hohem Gehalt, an hygroskopischem Wasser nicht unbedeutend sein, worauf bei Wahl der Kohlengattung Rücksicht zu nehmen sein wird. Jedenfalls empfiehlt es sich, behufs Konstatierung allfälliger Verluste zeitweise eigene Kohlenproben mit länger lagernden Sorten vorzunehmen.

Schließlich sei noch die beim V. D. E.-V. für statistische Zwecke übliche Einteilung der B. erwähnt. Hiernach werden die Heizstoffe in drei Gruppen eingeteilt, und zwar gehören in:

Gruppe 1: Steinkohlen und Coaks mit einer Verdampfung über $5^1/_2$ kg Wasser für 1 kg Heizstoff (durchschnittlich = 7 kg), Wert 1;

Gruppe 2: minderwertige Steinkohlen und Coaks, ferner Braunkohlen und Torf mit einer Verdampfung über $3^1/_2$ bis $5^1/_2$ kg Wasser für 1 kg Heizstoff (durchschnittlich = 4 kg), Wert 0,6;

Gruppe 3: minderwertige Braunkohlen und Torf mit einer Verdampfung von 2 bis $3^1/_2$ kg Wasser für 1 kg Heizstoff (durchschnittlich = 3 kg) und Holz, Wert 0,4.

Die im Lauf eines Jahrs wirklich verbrauchten Mengen an Heizstoff werden ihrer Verdampfung entsprechend mit der Wertziffer der betreffenden Gruppe multipliziert und die sich dadurch ergebenden umgerechneten Werte zusammengezogen in die statistischen Ausweise eingesetzt.

Litteratur: Unger, Die Verwertung der Braunkohle als Feuerungsmaterial, Weimar 1862; Buchner, Die Mineralöle, Weimar 1864; Hirzel, Das Steinöl und seine Produkte, Leipzig 1864; Geinitz, Fleck und Hartig, Die Steinkohlen Deutschlands und anderer Länder Europas, München 1865; Hauer, Die fossilen Kohlen Österreichs, Wien 1865; Hauer, Klassifikation der fossilen Kohlen in der österreichischen Monarchie nach ihrem Brennwert und Formationsalter, Wien 1865; Zinken, Die Braunkohle und ihre Verwendung, Hannover 1867; Perutz, Die Industrie der Mineralöle, Wien 1868; Schwackhöfer, Vortrag im Ingenieur- und Architektenverein, Wien, Wochenschrift des Vereins Nr. 42, Jahrg. 1869; Cone, Petrolia, a brief history of the Pennsylvania petroleum region, New-York 1870; Buchenau, Über Petroleum, Berlin 1872; v. Dechen, Die nutzbaren Mineralien und Gebirgsarten im Deutschen Reich, Berlin 1873; Hull, The Coalfields of Great Britain, London 1873; Mac Farlan, The Coal regions of the United States, New-York 1873; Neumann, Die Vergasung erdiger Braunkohle zum Betrieb der Schmelz- und Brennöfen, Dampfkessel etc., Halle 1873; Mietsch, Geologie der Kohlenlager, Leipzig 1875; Krümmel, Kohlen- und Torfrevierkarte Deutschlands, Berlin 1877; Karmarsch und Heeren, Technisches Wörterbuch, Prag 1877; Léon Thonard, Revue universelle des Mines, Lüttich 1877; Praktischer Maschinenkonstrukteur, Separatabdruck: Die Berechnung der Leistungsfähigkeit von Dampfkesselanlagen, ihrer Feuerungen u. Schorn-

steine, nebst Beurteilung des relativen Werts der üblichen Konstruktionssysteme, Leipzig 1877; Pechar, Kohle und Eisen in allen Ländern der Erde, Stuttgart 1878; Pechar, Kohlenrevierkarte der österreichisch-ungarischen Monarchie, Prag 1879; Stuttgarter Polytechnikum, Resultate von vergleichenden Heizversuchen mit verschiedenen Brennmaterialien, Stuttgart 1879; Noeggerath, Untersuchungen über die Heizkraft der Steinkohlen des niederschlesischen Reviers, Waldenburg 1881; Gysling, Auswahl, Lieferung und Prüfung des Brennmaterials für Dampferzeugung, München 1881; Wattolik, Beiträge zur Geschichte der Stadt Ostrau, Mährisch-Ostrau 1881; Baron Gostkovski, Teorya Ruchu kolejovego zastosovana do praktyki, Lemberg 1883; Urquhart, Über die Benützung der Petroleumrückstände als Brennmaterial für Lokomotivfeuerungen, Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrgang 1885; Engineering, Liquid fuel on Locomotives, Jahrgang 1888; Henry S. Munroe, La richesse minérale du Japon.

K. Marek.

Breslau-Schweidnitz-Freiburger Eisenbahn (599,53 km), ehemals Privateisenbahngesellschaft mit dem Sitz in Breslau, welche Breslau und das niederschlesische Kohlenrevier mit der Ostsee verbindet. Dieselbe umfaßt drei Hauptlinien, nämlich von Breslau über Freiburg und Sorgau nach Halbstadt (98,46 km), die Linie Frankenstein-Raudten (134,19 km), die Strecke Breslau-Stettin (351,37 km); ferner sind zu nennen die Zweigbahn Sorgau-Altwasser-Hermsdorf (8,58 km), ein Verbindungsgleis mit dem Güterbahnhof der Berlin-Stettiner Eisenbahn in Stettin (0,83 km) und die Danzig-Hafenbahn (1,51 km) daselbst. Am 2. Juni 1841 konstituierte sich eine Aktiengesellschaft, welche am 9. Oktober desselben Jahrs die Konzession zum Bau und Betrieb einer Eisenbahn von Breslau nach Freiburg und einer Seitenbahn nach Schweidnitz erhalten und laut Gesellschaftsstatut die Firma „Breslau-Schweidnitz-Freiburger Eisenbahngesellschaft" angenommen hatte. Die Strecke Breslau-Freiburg wurde 1843, die in Königszelt abzweigende Seitenbahn nach Schweidnitz im folgenden Jahr eröffnet. Die Fortsetzung der Strecke Breslau - Freiburg nach dem niederschlesischen Kohlenrevier bei Waldenburg und Hermsdorf wurde schon 1844 projektiert, kam jedoch erst 1853 zur Ausführung (Eröffnung am 1. März), nachdem die bezügliche Konzession am 21. Juli 1851 erteilt worden war. Für den Bau der weiteren Strecke Sorgau-Halbstadt wurde die Konzession am 17. September 1873 verliehen und gelangte diese Linie am 15. Mai 1877 zur Eröffnung. Bezüglich des Anschlusses in Halbstadt an die österr.-ung. Staatseisenbahngesellschaft wurde ein Staatsvertrag zwischen dem Deutschen Reiche und Österreich-Ungarn unterm 2. März 1877 abgeschlossen. Ein Jahr später wurde auf ministerielle Anordnung die Anschlußkurve Fellhammer-Gottesberg (1,47 km) gebaut. Die früher erwähnte Seitenbahn Königszelt-Schweidnitz (10,18 km) bildete den Stamm der Linie Frankenstein-Raudten, deren letzte Strecke 1871 eröffnet wurde. Der Bau der Linie Königszelt-Liegnitz (46,14 km) wurde am 19. August 1854, der Bau der Linie Liegnitz über Raudten bis Rothenburg am 11. Juli 1868 genehmigt.

Behufs weiterer Ausdehnung des Schienenwegs bis zur Ostsee hatte die Gesellschaft die Konzession zur Herstellung der Strecken Breslau-Raudten und Rothenburg-Stettin nachgesucht und unterm 16. April 1872 erhalten. Im Jahr 1874 wurden Breslau-Raudten (74,70 km) und Rothenburg-Reppen (56,92 km), im Jahr 1875 Reppen-Küstrin (31,64 km), und die Verbindungsbahn zwischen Station Schmiedefeld und Mochbern (2,04 km), im Jahr 1876 Küstrin-Königsberg i. Neumark (45,14 km), endlich 1877 die Schlußstrecke bis Stettin (54,10 km) dem Verkehr übergeben.

In demselben Jahr wurde in Gemeinschaft mit der Berlin-Stettiner Eisenbahn die Verbindung der beiden Bahnen mit den Hafenplätzen durch eine Gleisanlage hergestellt. 1880 ergab sich die Notwendigkeit, den Bahnhof Liegnitz umzubauen und die Strecke Königszelt-Liegnitz mit Rücksicht auf die Beseitigung der Niveaukreuzung mit der niederschlesisch-märkischen Eisenbahn zu verlegen.

Durch Gesetz vom 12. Januar 1884 ging die B. mit Wirksamkeit vom 1. Januar 1883 in die Verwaltung und den Betrieb des Staats für eigene Rechnung des letzteren über und wurde mit der Leitung der genannten Bahn die königl. Direktion der B. in Breslau betraut. Der Staat zahlte pro Stammaktie (Gesamtbetrag derselben 38,25 Mill. Mark) eine feste Rente von $4^1/_2$% nebst einer Prämie von 30 Mk. pro Aktie à 600 Mk. und übernahm 84 Mill. Mark Prioritätsaktien und Obligationen. 1885 wurden die Stammaktien in 4%ige Konsols (2700 Mk. für 4 Stammaktien à 600 Mk.) umgetauscht und ab 1. Juli 1886 die Bahn in das volle Eigentum des Staats übernommen. Gegenwärtig ist das Netz der B. teils der königl. Eisenbahndirektion Berlin, teils jener in Breslau unterstellt.

Dr. Ziffer.

Breslau-Warschauer Eisenbahn, preußische Abteilung (55,34 km), normalspurige Privatbahn, geht von Oels (gemeinschaftliche Benutzung des Bahnhofs mit der preußischen Staatsbahn) über Wartenberg nach Wilhelmsbrück. Hierselbst befindet sich ein preußisches Nebenzollamt gegenüber dem russischen Grenzzollamt Wieruszow. Eröffnet wurde die Bahn von Oels bis Wartenberg am 10. November 1871, bis Kempen am 1. März 1872, bis Wilhelmsbrück am 26. Mai 1872. Seit 1. Januar 1879 ist Sekundärbetrieb eingeführt. Das Mitte der sechziger Jahre zusammengetretene Komitee beabsichtigte die Bahn von Breslau bis zur Landesgrenze bei Wieruszow zu führen und dann über Sieradz in Lodz den Anschluß an die im Betrieb der Warschau-Wiener Eisenbahn stehende Lodzer Fabriksbahn zu erreichen. Allein die seitens der russischen Regierung bereiteten Schwierigkeiten ließen es erwünscht scheinen, zunächst nur mit dem Bau der preußischen Abteilung vorzugehen und in Oels an die inzwischen eröffnete rechte Oderufereisenbahn anzuschließen. Das Statut der nunmehr konstituierten Gesellschaft wurde unter dem 12. März 1870 landesherrlich bestätigt. Das Baukapital betrug 8 010 000 Mk., bei dessen Begebung empfindliche Verluste für die Gesellschaft eintraten. Das Konsortium, welches den Bau der Bahn gegen Überweisung des Aktienkapitals von 4 005 000 Mk. Stammaktien und 4 005 000 Mk. Prioritätsaktien übernommen

hatte, ließ denselben nunmehr unvollendet, und die Gesellschaft mußte zum vollständigen Ausbau und zur Ausrüstung der Bahn eine Prioritätsanleihe von 750 000 Mk. aufnehmen. Die Bahn prosperiert trotz des eingeführten Sekundärbetriebs nicht und können bessere Verhältnisse für dieselbe erst nach erfolgter Fortsetzung derselben bis Lodz erhofft werden. Im Jahr 1888 betrug der Betriebsüberschuß 110 975 Mk., der Betriebskoefficient 58%.

Die B., deren Vorstand (Direktion) seinen Sitz in Oels hat, gehört dem Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen an.

Rübenach.

Brest-Litowsk-Grajewo-Eisenbahn, eine 202,4 Werst (216 km) lange, im Südwesten Rußlands gelegene Eisenbahn, welche, ursprünglich als selbständige Privatbahn gebaut, seit 1878 den russischen Südwestbahnen einverleibt ist. Im Dezember 1869 erhielten Graf Lehndorff und Baron Romberg, Vertreter der ostpreußischen Südbahn, die Konzession zum Bau und Betrieb dieser Eisenbahn, übergaben jedoch den Bau dem Dr. Strousberg im Pauschal. Strousberg aber hatte nicht nur die eigentliche Ausführung, sondern auch die Lieferung der Schienen, Brücken und des Rollmaterials anderen Unternehmern überlassen. Infolge der schlechten Qualität der gelieferten Schienen, welche vom Ministerium brackiert wurden, entstand für die Gesellschaft eine Reihe von Verlegenheiten, welche sich noch mehr steigerten als auch die neuerdings bestellte Lieferung seitens der Regierung verworfen wurde. Gleichzeitig ergaben sich finanzielle Schwierigkeiten dadurch, daß schon bei der zweiten Einzahlung die Hälfte der Aktionäre ausblieb, und sah sich daher die Gesellschaft genötigt, bei der Regierung eine Anleihe aufzunehmen, um so mehr als der bei Strousberg gesuchte Regreß nicht den gewünschten Erfolg hatte. Diese 6%ige Anleihe diente zum größten Teil zur Entschädigung des Subunternehmers, welcher durch die zurückgestellten Schienen in der Bauausführung behindert war, sowie zur Beschaffung einer dritten Schienenlieferung. Infolge dieser vielfachen Hindernisse konnte natürlich der für den 20. Dezember 1872 angesetzte Eröffnungstermin nicht eingehalten werden und es gelang erst fast ein Jahr später — am 28. Juli 1873 — die Bahn dem Verkehr zu übergeben. Die schließlichen Baukosten der gesamten Baulinie betrugen über 16 Mill. Rubel. Die Idee einer Vereinigung der im Südwesten Rußlands gelegenen Privatbahnen zu einem einzigen Körper führte nach längeren Verhandlungen am 1., bezw. 13. Juli 1878 zur Fusionierung der Brest-Litowsk-Grajewo- mit der Kiew-Brest-Litowsk- und Odessaer Bahn, welche nunmehr eine neue Gesellschaft, die der russischen Südwestbahnen bildeten (über die Bedingungen der Fusionierung s. Russische Südwestbahnen).

Die Bahn hat die weitere russische Spur und steht mit der preußischen Grenzstation Prostken-Salzwedel in direkter Verbindung, indem das russische Gleis vom Bahnhof-Grajewo bis nach Bahnhof-Prostken und das preußische Gleis vom Bahnhof-Prostken bis nach Bahnhof-Grajewo geführt ist. Bei Starosjeltzy wird die Bahn von Petersburg nach Moskau über die Brest-Grajewo-Bahn herübergeführt und ist zur Verbindung dieser mit jener eine vier Werst lange Zweigbahn von Starosjeltzy nach Bjelostok geführt worden.

In Brest steht die Bahn mit den daselbst mündenden Eisenbahnen Warschau-Terespol, bezw. Warschau-Brest und Moskau-Brest in Verbindung, in Bjelostok mit der großen russischen Eisenbahngesellschaft (Warschauer Eisenbahn) und in Prostken mit der ostpreußischen Südbahn.

Dr. Ziffer.

Brettertransporte, s. Holztransporte.

Bridel, Gustav, geboren 1827 in Biel, gestorben 3. Dezember 1884 in Bern, diente nach Beendigung der Studien an der Pariser École centrale des arts et manufactures bei der französischen Ostbahn als *Inspecteur du matériel roulant*, in welcher Stellung er mit Perdonnet an dessen Werk „Traité élémentaire des chemins de fer“ arbeitete. 1855 leitete er den Bau des Pariser Industriepalastes. Nach Beendigung dieser Arbeiten beteiligte sich B. an der Gründung einer Anstalt für Eisenkonstruktionen in Yverdon, aus der die meisten Brücken für die westschweizerischen Bahnen hervorgingen. Sodann nahm er wesentlichen Anteil an der Projektierung und Ausführung der Arbeiten für die Korrektion des Wasserlaufs des Jura. 1873 wurde B. Oberingenieur der Jura-Bern-Luzernbahn, als welcher er die Ausführung der Linien Biel nach Delsberg-Delle und Basel leitete. 1878 wurde B. mit der Prüfung der Pläne des Gotthardbahnunternehmens betraut, zu dessen Ausführung B. später selbst berufen wurde. B. führte den Bau der Gotthardbahn zur rechten Zeit und unter Einhaltung des Kostenvoranschlags zu Ende.

Dietler.

Briefabgangsjournal, die an manchen größeren Eisenbahnstationen verwendeten besondern Bücher, um den Abgang dienstlicher Schreiben nach Datum, Journalnummer und Bezeichnung des Zugs festzustellen. Derartige Bücher werden von dem mit Besorgung der Briefe betrauten Bahnbediensteten geführt.

Briefbeutelfangapparat (*Apparatus for taking up and putting down letter-bags; Appareil pour l'échange,* m., *des dépêches*), in Amerika, England, Belgien, zum Teil auch in Deutschland gebräuchliche Vorrichtung zur Aufnahme und Abgabe von Briefbeuteln während des vollen Laufs der Eisenbahnzüge.

In England sind nahezu sämtliche Stationen und Postwagen mit B. ausgerüstet und arbeiten dieselben bei entsprechend kräftiger Ausführung im Allgemeinen verläßlich. Der Briefbeutel wird an einem Träger aufgehängt und von einem geschlossenen Netz aufgefangen. Zu diesem Zweck befindet sich am Postwagen *A* (s. Fig. 406 bis 411), ein Netz *a* zur Aufnahme und ein Arm *b* zur Abgabe der Briefbeutel; ebenso ist die Station mit einem auf einem Ständer befestigten Arm *c* und einem Netz *d* versehen. Die am Postwagen angebrachten Arme und Netze sind beweglich und befinden sich während der Fahrt zwischen zwei Stationen in aufgehobenem Zustand; kurz vor Annäherung des Zugs an eine Aufnahms-, bezw. Abgabsstation werden sie herabgelassen. Die Netze (s. Fig. 408 *a, b, c*) sind an der Vorderseite und oben offen, an den vier übrigen Seiten aber geschlossen. Oben sind Lederriemen gespannt und ist weiters zum Auffangen des Briefbeutels eine Gabel *e* angebracht. Nach Entnahme des Beutels aus dem Wagennetz wird dasselbe mittels eines Handgriffs

um das Scharnier *g*, eventuell auch noch um das Scharnier *h* gedreht, so daß es sich flach an die Seitenwand des Wagens anlegt (s. Fig. 407 *b*, 408 *a*).

dreht. Ist der Briefbeutel abgenommen, so hebt sich der Arm *l* durch ein im Innern der Achse angebrachtes Gegengewicht. Der Hals des Briefbeutels endigt in einen oben angeschweißten Kopf

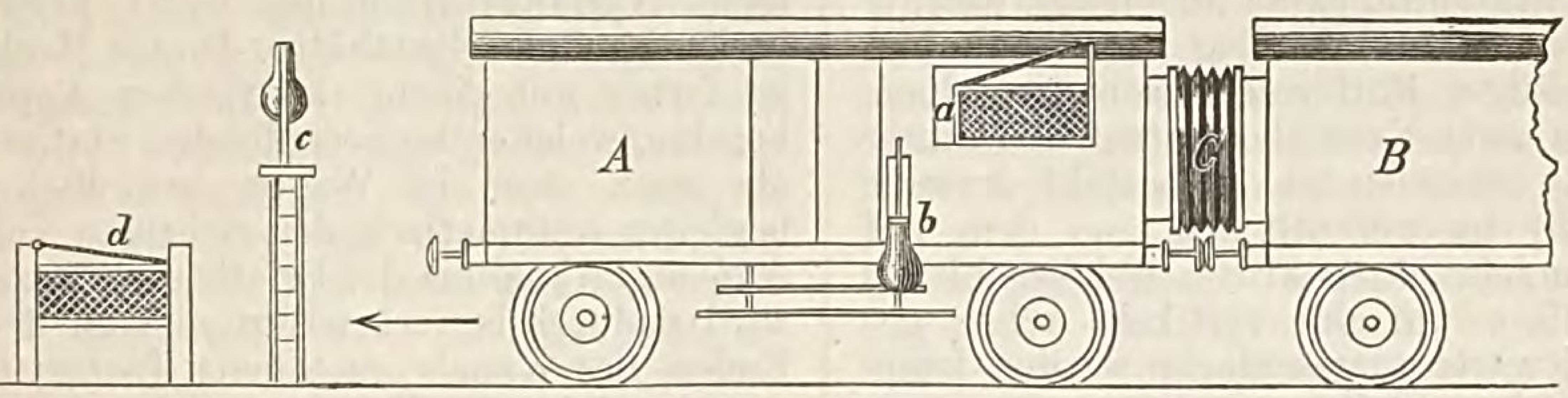


Fig. 406 *a*.

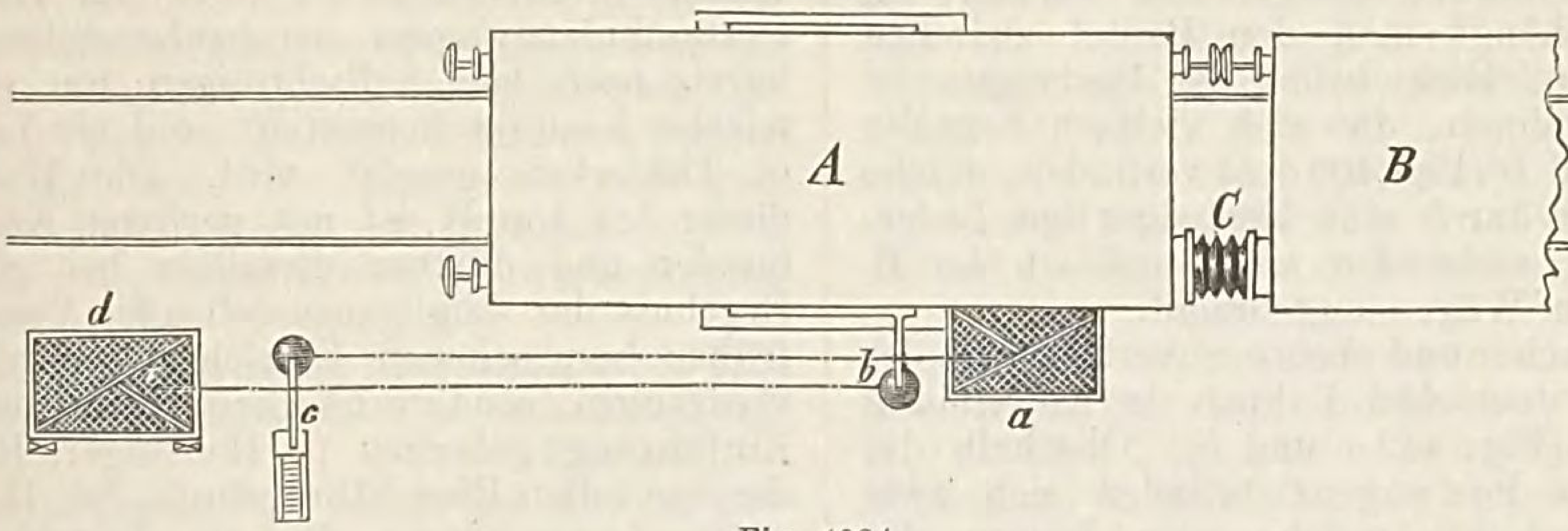


Fig. 406 *b*.

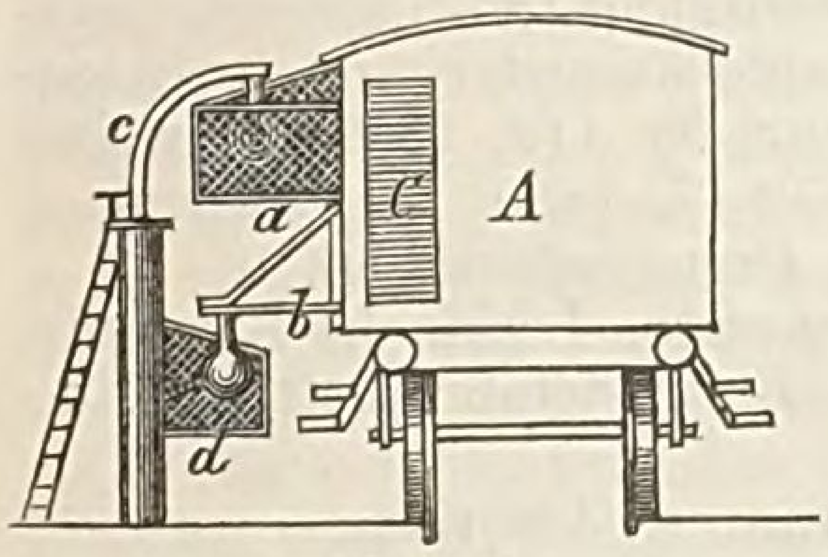


Fig. 407 *a*.

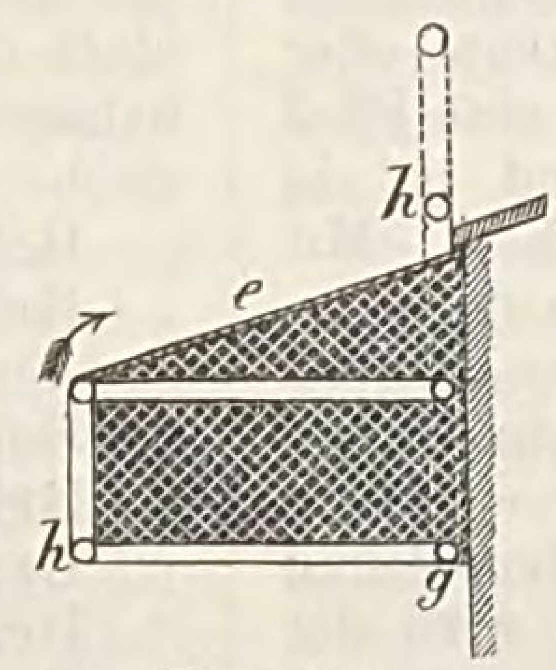


Fig. 408 *a*.

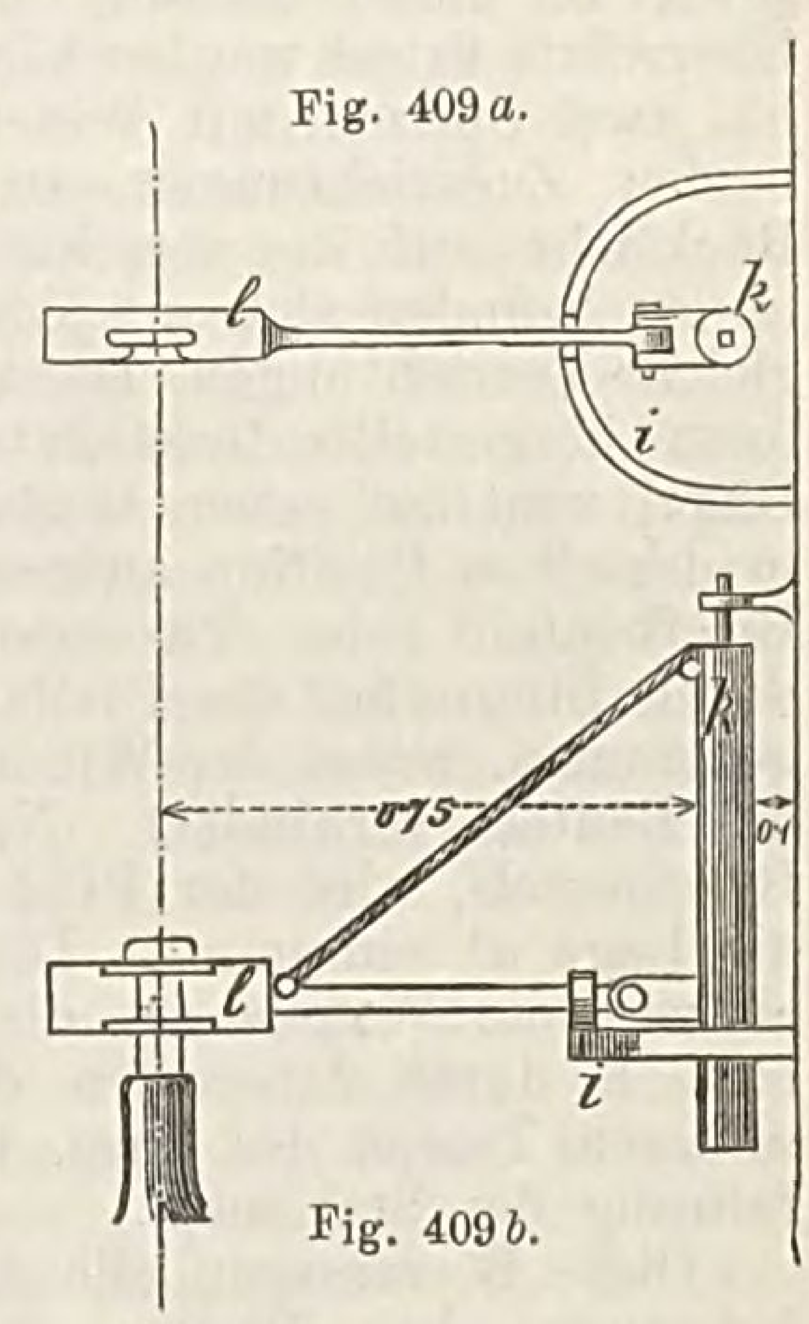


Fig. 409 *a*.

Fig. 409 *b*.

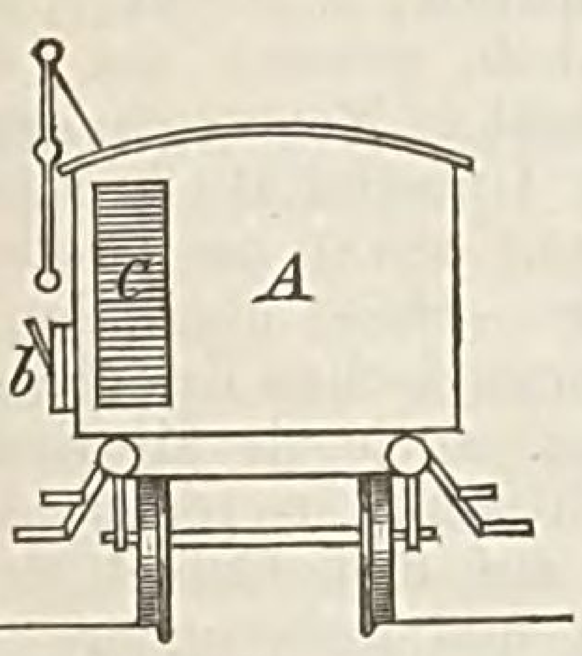


Fig. 407 *b*.

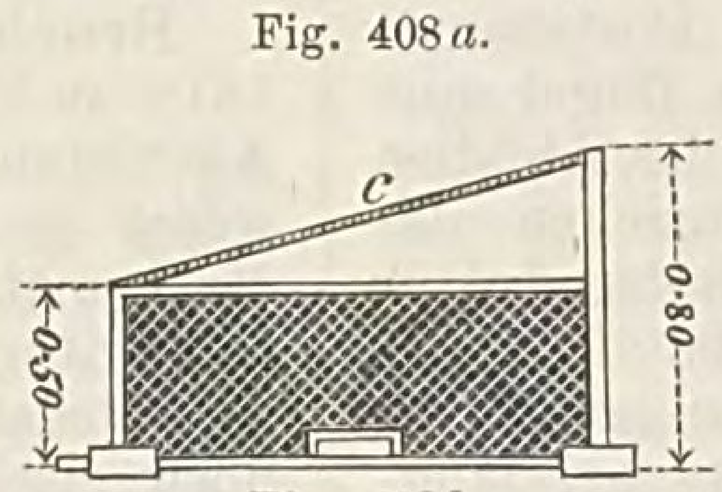


Fig. 408 *b*.

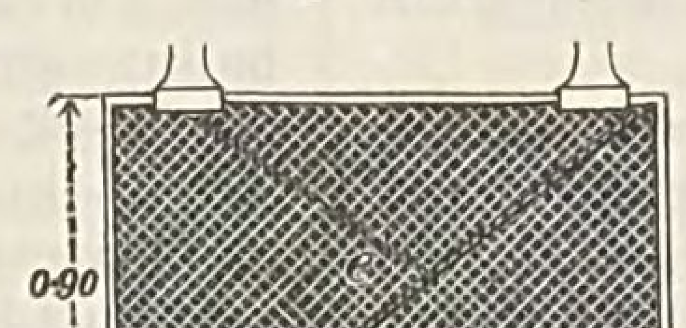


Fig. 408 *c*.



Fig. 410.

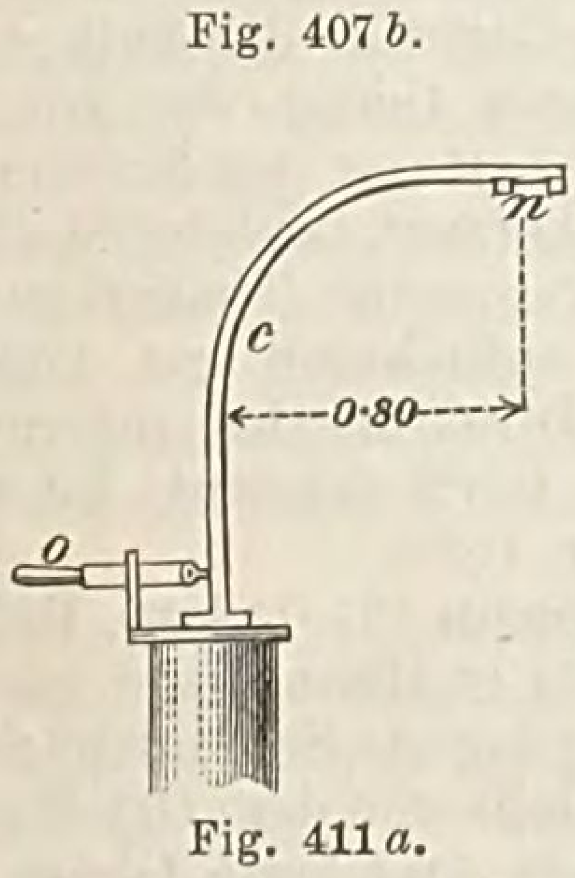


Fig. 411 *a*.

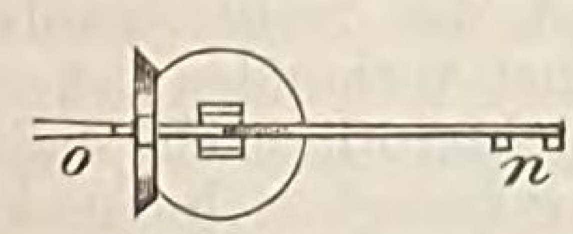


Fig. 411 *b*.

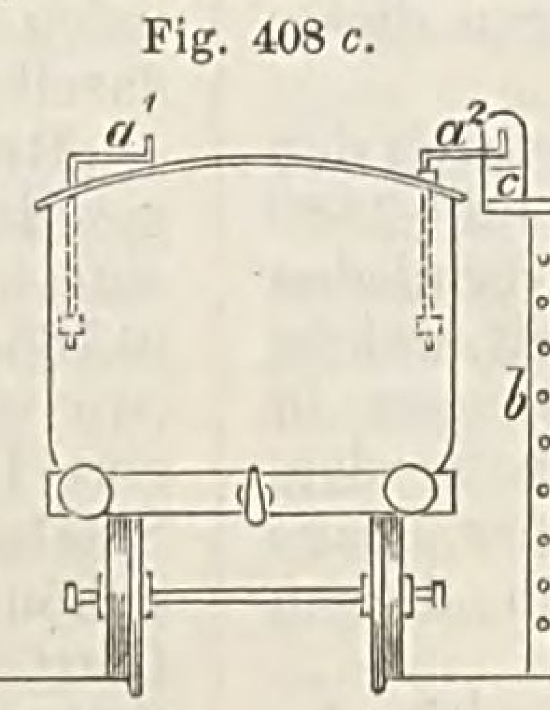


Fig. 412 *a*.

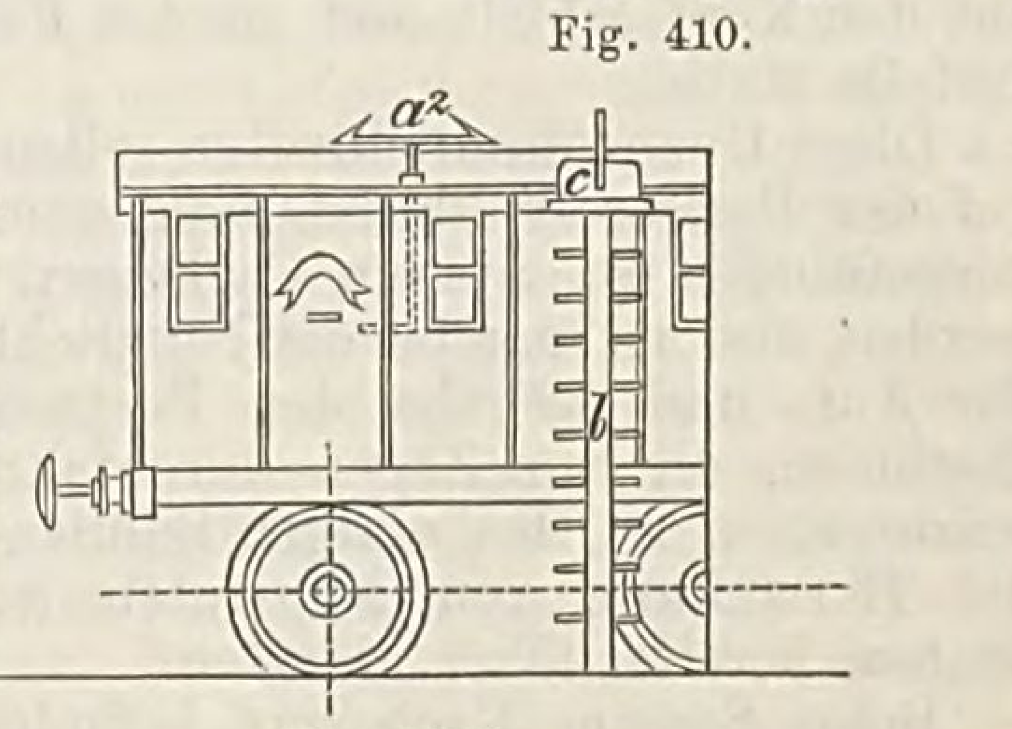


Fig. 412 *b*.

In einem Einschnitt eines am Wagen befestigten Bügels *i* (Fig. 409 *a* und 409 *b*) ist der zum Auffangen der Beutel bestimmte Arm *l* angebracht, welcher sich um eine hohle Achse *k*

(Fig. 410) und wird mittels des letzteren in einem Einschnitt am Arm *l* des Wagens (Fig. 409 *a*, *b*) eingelegt, sowie durch eine Federklinke festgehalten, so daß die Erschütterungen während

der Fahrt nicht im stande sind, den Beutel abzulösen. Dieser Federdruck wird jedoch durch den Stoß gegen die Gabel *e* aufgehoben und fällt sodann der Briefbeutel in das Netz *d*.

Was den Stationsapparat anbelangt, welcher gewöhnlich nicht unmittelbar am Bahnhof, sondern in einiger Entfernung von demselben, öfter auch in zwei Exemplaren (vor und hinter der Station) vorhanden ist, so besteht derselbe (Fig. 411 *a*, *b*) im wesentlichen aus dem auf einer Säule angebrachten Arm *c*, welcher mittels des Handgriffs *o* um eine vertikale Achse gedreht und seitwärts umgeschlagen werden kann. In diesen beiden Stellungen kann der Arm mittels einer Klinke festgehalten werden. An den Arm *c* hängt man den Beutel zwischen zwei Haken *n*. Hinsichtlich der Postwagen ist noch zu erwähnen, daß sich vielfach doppelte Wagen *A* und *B* (Fig. 406 *a*, *b*) vorfinden, welche untereinander durch eine blasbalgartige Lederkuppelung *C* verbunden sind, und ist der B. nur an einem Wagen angebracht.

Viel einfacher und ebenso zuverlässig ist der bei einigen deutschen Bahnen in Anwendung stehende B. (Fig. 412 *a* und *b*). Oberhalb des Verdecks des Postwagens befinden sich zwei Pfeile a^1 und a^2, welche vom Innern des Coupés aus nach außen und zurückgedreht, sowie in dieser Stellung durch Klinken oder Überwürfe fixiert werden können. Der eine Pfeil hat zwei Spitzen mit Widerhaken und ist in beiden Zugsrichtungen zu gebrauchen. Mit Rücksicht auf die verschiedene Lage der Stationen befinden sich auf jeder Seite des Wagens gleiche Vorrichtungen. Der aus Leder in Kofferform hergestellte Briefbeutel *c* mit eisernem Bügel wird auf einem Gestell *b* immer genau in derselben Position aufgestellt, und wird der Briefbeutel beim Passieren des Postwagens durch Eingreifen des Pfeils in den Bügel mitgenommen, wobei der Widerhaken das Abfallen des Beutels verhindert. Nach Einziehen des Briefbeutels, wird der Pfeil so gedreht, daß er die Lage a^1 einnimmt. Die Abgabe des Felleisens vom Wagen an die Station geschieht einfach durch Auswerfen desselben bei langsamerem Tempo des Zugs, während der Durchfahrung der Stationen.

Diese B. versagen alle mitunter den Dienst bei stürmischem Wetter und Schneefällen und haben selbst Anlaß zu Unfällen gegeben. In dieser Hinsicht mag erwähnt werden, daß auf der Linie Perth-Carlisle (Schottland) eine Frau beim Hinauslehnen aus dem Waggonfenster durch die Briefbeutel an zwei Stationen Schläge auf den Kopf erhielt und an den Folgen dieses Unfalls starb.

Diese Unzukömmlichkeiten sollen durch den auf der Pariser Weltausstellung vom Jahr 1889 vorgeführten B., System Cacheleux, vermieden werden, und ist man bei der Nützlichkeit, welche der Auf- und Abgabe der Postsendungen in Stationen, die von Zügen durchfahren werden, beizumessen ist, bei einigen Bahnen der Frage der Herstellung von Apparaten nach diesem System bereits näher getreten.

Beim System Cacheleux befindet sich der Apparat zwischen den Schienensträngen, im Bahnkörper selbst eingebettet und zwar in einem schmalen verschließbaren Kanal, worin zwei nebeneinanderliegende Behälter angebracht sind, von welchen der eine für den vom Postwagen abzunehmenden, und der andere aber zur Aufnahme der für die Station abzugebenden Briefbeutel bestimmt ist. Die im Kanal und unter dem Wagen angebrachte, an und für sich einfache Auffangvorrichtung wirkt jederzeit zuverlässig und selbstthätig. Dieser Mechanismus ist ferner mit einem elektrischen Apparat verbunden, welcher der betreffenden Station sowohl, als auch dem im Wagen befindlichen Postbegleiter automatisch den richtigen Vollzug der Auf- und Abnahme des Briefbeutels anzeigt. Dies wird dadurch bewerkstelligt, daß an den beiden Enden des Kanals metallene Taster mit entsprechend langen Hebeln angebracht sind, auf welche durch den Druck einer am Boden des Postambulanzwagens herabzulassenden Metallbürste nach beiden Richtungen hin ein elektrischer Kontakt hergestellt und ein Läutewerk in Thätigkeit gesetzt wird. Die Herstellung dieser Art von B. ist mit geringen Kosten verbunden und dürften dieselben bei günstigem Ergebnis der damit anzustellenden Versuche die früher besprochenen Einrichtungen nicht nur verdrängen, sondern überhaupt allgemeiner zur Einführung gelangen (s. Heusinger, Handbuch der speciellen Eisenbahntechnik, Bd. II, Leipzig 1870, ferner Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrgang 1864; Verordnungsblatt des österr. Handelsministeriums für Eisenbahnen und Schiffahrt Nr. 119, 1889; Schweizerische Bauzeitung Nr. 7, 1889). Wurmb.

Briquettes, s. Brennmaterialien.

Briquetteselemente, Leclanché-Elemente, zu deren Füllung Braunsteinbriquettes (s. d.) verwendet werden.

Britisch-Guyana, s. Amerika.

Britisch-Nordamerika, s. Amerika.

Britisch-Ostindien, s. Asien.

Broch, Ole Jakob, geboren am 14. Januar 1818 zu Frederikstadt in Norwegen, genoß seine Ausbildung an der Universität Christiania, woselbst er später (seit 1848) als Professor der Mathematik wirkte. 1855 übernahm B. die Oberleitung des norwegischen Eisenbahnwesens, in welcher Stellung, sowie als Mitdirektor der norwegischen Kreditbank er regen Anteil an den Fortschritten auf dem Gebiet des Eisenbahnwesens nahm und insbesondere im Storting 1862—1869 mit Erfolg für die Anlage von Eisenbahnen in Norwegen thätig war. Im Jahr 1869 wurde B. mit der Leitung der Marine und des Postdepartements betraut, welche Stelle er 1872 aufgab, um wieder seine Thätigkeit als akademischer Lehrer aufnehmen zu können. 1879 wurde B. zum Direktor des internationalen Meterbureaus in Paris ernannt. Er starb daselbst am 5. Februar 1889.

Brölthaler Eisenbahn (31,04 km), Privatgesellschaft mit dem Sitz in Hennef a. d. Sieg ist eine in Rheinpreußen gelegene Schmalspurbahn (0,785 m Spurweite), welche von dem Ort Waarth (wo sie durch besonders angelegte Gleise und eine Überladerampe mit der rechtsrheinischen Staatsbahnstation Hennef verbunden ist, über Schönenberg und Ruppichteroth nach Waldbröl führt. Bei Schönenberg zweigt sich eine kleine Seitenbahn in das Saurenbacher Thal ab. Die Hauptbahn liegt — abgesehen von etwa 1,2 km in der Nähe der Endstation Waldbröl — fast durchweg auf dem Bankett der Brölthaler Bezirksstraße, für die Zweigbahn ist ein besonderer Bahnkörper angelegt worden. Die Bröl-

thalbahn dient zum Transport des Bedarfs an Steinkohlen und anderen Rohprodukten für Waldbröl und Umgegend, sowie zur Ausfuhr von Getreide von hier über Hennef hinaus, ferner zum Versand von Eisenstein und Braunstein. Im Lokalverkehr wiegt hauptsächlich der Transport von Kalk und Kalksteinen vor und wird überhaupt der größte Teil der Güter thalwärts gefahren. Eröffnet wurde die Bahn bis Schönenberg am 27. Mai 1862, bis Ruppichteroth am 1. Juni 1863 und bis Waldbröl am 6. September 1870. Im Jahr 1889 erhielt die Brölthaler Eisenbahn die Konzession für den Bau und Betrieb schmalspuriger Eisenbahnen von Hennef nach Beuel und nach Asbach nebst Abzweigung zu den Brüchen an der Benau. Die Vollendung und Inbetriebnahme der neuen Linie muß längstens innerhalb zwei Jahren nach der Erteilung der Konzession erfolgen. Die Gesellschaft beschloß mit Rücksicht auf die Ausführung der neuen Linien das Anlagekapital auf 1 200 000 Mk. zu erhöhen.

Im Jahr 1888 betrug der Überschuß 33 880 Mk., der Betriebskoefficient 63,97 %, die Dividende 5 %. Rübenach.

Bruchprisma, der durch den Druck, welchen Erdmassen auf stützende Wände ausüben, bei Eintritt einer Gleichgewichtsstörung sich von der übrigen, in Ruhe verbleibenden Masse loslösende und längs der Trennungsfläche in Bewegung gelangende prismatische Erdkörper. Die meist ziemlich unregelmäßig gebildete und durch den Böschungsfuß verlaufende Trennungsfläche, welche jedoch mit ausreichender Genauigkeit als Ebene aufgefaßt werden kann, wird Bruchfläche oder Bruchebene genannt, und der Winkel derselben mit der Lotrichtung der Bruchwinkel. Näheres s. Böschungen, Erddruck.

Bruchstein, s. Naturstein.

Bruck, Karl Ludwig, Freiherr von, am 18. Oktober 1798 zu Elberfeld geboren, wurde 1821 Gründer und Direktor des österreichischen Lloyd. Im Jahr 1848 übernahm B. im Ministerium Schwarzenberg - Stadion das Portefeuille des Handels, der Gewerbe und öffentlichen Bauten. Als solcher entfaltete er in wenigen Jahren eine ganz außerordentliche Thätigkeit auf dem Gebiet der Hebung des Verkehrswesens. Obgleich er hier manches Gute zu schaffen Gelegenheit fand, war doch einer der verhängnisvollsten Schritte, die auf wirtschaftlichem Gebiet in Österreich jemals gethan wurden, sein Werk: der Übergang der Staatsbahnen an Privatunternehmungen; insbesondere der Verkauf der südlichen Staatsbahn an die Rothschildgruppe.

Das österr. Eisenbahnwesen verdankt ihm andererseits den Bau der Semmeringbahn, deren glückliche Vollendung den österreichischen Ingenieuren einen Ehrenplatz in der Geschichte der Eisenbahntechnik sicherte.

B. endete durch Selbstmord am 23. April 1860.

Bruckner, August einer der ältesten bayrischen Eisenbahningenieure. Im Juli 1841 wurde B. als Sektionsingenieur der bayrischen Südnordbahn in Münchberg angestellt und blieb in dieser Stellung bis August 1843. Im Jahr 1844 erfand er das sogenannte Massennivellement (s. d.), welches später von A. v. Röckl (s. d.) weiter ausgebildet und vervollkommnet wurde. Von 1843 bis 1845 wirkte B. als Sektionsingenieur der Südnordbahn in Lindau, und starb als Oberingenieur der pfälzischen Eisenbahnen im März 1847. Heusinger.

Brücken (*Bridges*, pl.; *Ponts*, m. pl.), jene Bauwerke, mittels welcher Land- oder Wasserstraßen oder auch Wasserläufe über solche Bodenstellen geführt werden, welche zur unmittelbaren Aufnahme derselben nicht geeignet sind. Je nach der Art des Transportwegs, dessen Bestandteil die B. bildet, unterscheidet man Straßen- und Eisenbahnbrücken. Die B. heißen feststehende B., wenn sie ihre Lage stets unverändert beibehalten, und bewegliche B., wenn sich dieselben von Zeit zu Zeit im ganzen oder auch teilweise verändern. Bei allen feststehenden und den hier einschlägigen beweglichen B. lassen sich drei Hauptteile unterscheiden: die vom Erdboden aufsteigenden stützenden Teile, Pfeiler und Widerlager, die auf diesen gelagerten Brückenträger und die von letzteren getragenen Fahrbahnteile. Je nachdem die Brückenträger aus Stein, Holz oder Eisen bestehen, spricht man von Stein-, Holz- oder Eisenbrücken, die Pfeiler und Widerlager mögen dabei aus irgend einem dieser Materialien bestehen; in der Regel werden sie allerdings aus Stein hergestellt. Außerdem unterscheidet man noch je nach dem statischen Verhalten der Brückenträger die drei Gruppen Balken-, Bogen- und Hängebrücken.

S. über B. die folgenden Artikel:

Balkenbrücken, Bewegliche Brücken, Bogen- und Hängebrücken (Theorie), Brückenbelastung, Brückenproben, Drehbrücken, Durchgehende Balken (Theorie), Eisenbahnbrücken, Eisenbrücken, Fachwerksbalken, Freiaufliegende Balken (Theorie), Gerberträger (Theorie), Gewölbetheorie, Gründung der Brücken, Holzbrücken, Lager-, Quer- und Fahrbahnkonstruktionen, Lehrgerüste, Lichtöffnung der Brücken, Montierung der Brücken, Pfeiler, Schiffbrücken, Steinbrücken, Straßenbrücken, Vollwandige Balken, Widerlager. Loewe.

Brückenbahn, Fahrbahn der Brücke (s. d.).

Brückenbelag, s. Eisenbrücken.

Brückenbelastung (*Test-load*, *proof of accuracy of the work*; *Charge*, f., *d'épreuve*), die Art der Probebelastung bestehender Brücken (s. Brückenprobe), in einem andern Sinn versteht man unter B. die Belastungsannahmen, welche der statischen Berechnung eines Brückenbauwerks zu Grunde gelegt werden. Von letzterer B. soll hier die Rede sein.

Die Kräfte, welche auf eine Brückenkonstruktion einwirken, sind zweierlei Art: die einen, die angreifenden oder äußeren Kräfte wirken von außen auf die Träger ein, die anderen werden durch diese hervorgerufen und treten als Spannungen im Innern der einzelnen Konstruktionsteile auf, weshalb sie als innere Kräfte bezeichnet werden. Die äußeren Kräfte sind teils von vorneherein gegeben, wie Eigengewicht, zufällige Belastung etc., teils aus diesen gegebenen Kräften abzuleiten, wie die Pfeilerdrücke, bezw. die ihnen gleichen Widerstände, welche Auflagerreaktionen genannt werden.

Es sind zunächst jene Annahmen zu besprechen, die hinsichtlich der Größe dieser angreifenden Kräfte zu machen sind. Da hiervon, sowie auch von der Größe der zulässigen Inanspruchnahme der Konstruktionsglieder die Ver-

kehrssicherheit der Brücke abhängt, so bestehen hierfür in den einzelnen Ländern bestimmte behördliche Vorschriften.

Die äußeren Kräfte, welche auf eine Brückenkonstruktion einwirken, setzen sich zusammen: *a*) aus dem Eigengewichte derselben, *b*) aus der Verkehrsnutzbelastung oder zufälligen Belastung, *c*) aus dem auf die Konstruktion wirkenden Winddruck und *d*) aus den Einflüssen von Temperaturänderungen. Von geringerer Bedeutung sind die Kräfte, welche infolge der Seitenschwankungen der Fahrzeuge oder als Centrifugalwirkung bei in Kurven gelegenen Brücken auftreten.

a) Das Eigengewicht muß zum Zweck der statischen Berechnung einer Brücke von vornherein nach Maßgabe ähnlicher ausgeführter Konstruktionen schätzungsweise angenommen werden. Erst nach Bestimmung der Querschnittsgrößen und vollständiger Projektierung der Brücke ist es möglich, das Eigengewicht genau zu ermitteln. Würde dieses von dem ursprünglich angenommenen bedeutend abweichen, so müßte die statische Berechnung nochmals durchgeführt und müßten danach die Querschnittsgrößen berichtigt werden. Bei einiger Erfahrung und richtigem Vorgehen in der Annahme des Eigengewichts wird sich die Notwendigkeit hierzu jedoch nur in den seltensten Fällen ergeben.

Zur vorläufigen Bestimmung des Eigengewichts, insbesondere von Eisenbahnbrücken, die bestimmte Verkehrslasten aufzunehmen haben, kann man sich entweder einer Formel oder Tabellen (graphischer oder Zahlentabellen) bedienen, welche aus bestehenden Konstruktionen abgeleitet sind (vergl. die Angaben unter Eisenbrücken).

Es lassen sich aber auch aus dem für die einzelnen Trägersysteme theoretisch erforderlichen Volumen Formeln für das sogenannte theoretische Eigengewicht ableiten. Dieses letztere mit dem durch den Vergleich mit ausgeführten Brücken ermittelten Konstruktionskoefficienten multipliziert, giebt das wirkliche Eigengewicht. Diese Bestimmungsweise, welche auf das besondere Trägersystem und die sonstigen Konstruktionsverhältnisse Rücksicht nimmt, erscheint als die allgemeinere und genauere. Der Vorgang ist alsdann der, daß zunächst die Fahrbahnkonstruktion projektiert und das Eigengewicht dieser, sowie der übrigen Querverbände ermittelt wird. Mit Kenntnis dieses Gewichts, sowie der zufälligen Belastung läßt sich nunmehr aus den theoretischen Formeln das Gewicht der Hauptträger berechnen. Die vorhergehende Projektierung und Gewichtsberechnung der Fahrbahn erscheint insbesondere bei den Straßenbrücken notwendig; allgemeine Angaben hierüber finden sich in dem Artikel Eisenbrücken.

b) Die Verkehrs- oder zufällige Belastung besteht bei den Eisenbahnbrücken aus den Fahrbetriebsmitteln, und zwar sind die schwersten Lokomotiven und Züge, welche die Brücke passieren könnten, ins Auge zu fassen. Je nach dem Charakter der Bahn, ob Haupt- oder Nebenbahn, ferner je nach den Steigungsverhältnissen sind die Gewichte der in Verwendung stehenden Lokomotiven allerdings sehr verschieden, allgemeine Angaben lassen sich demnach nicht machen; man wird sich aber nach den weiter unten zu besprechenden behördlichen Vorschriften zu richten haben. Diese nehmen so ziemlich überall den Belastungszug, aus zwei oder drei der schwersten Lokomotiven samt Tendern und aus voll beladenen Güterwagen bestehend, an. Unter Umständen werden auch zwei Brust gegen Brust stehende Lokomotiven an die Spitze des Zugs gestellt. Obwohl es nun in keinem Fall besonderer Schwierigkeit unterliegt und bei einfachen Balkenträgern auch nicht umständlicher ist, die Berechnung der Spannungen für einen bestimmt angenommenen Lastenzug durchzuführen, so hat man sich denselben doch häufig durch eine gleichmäßig verteilte Belastung ersetzt gedacht und die Spannungen für diese berechnet. Natürlich sollte dann diese gleichmäßige Belastung so ermittelt werden, daß ihre Wirkung mit derjenigen des aus Einzellasten bestehenden Belastungszugs übereinstimmt. Es erfordert dies die Annahme verschiedener Werte dieser gleichmäßig verteilten Belastung für die verschiedenen Trägerteile, so insbesondere für die Gurtungen und für die Gitterstäbe eines Fachwerksträgers.

Die Berechnung der Fahrbahnkonstruktionen, d. i. der Quer- und Längsträger erfolgt in der Regel unter Zugrundelegung der Einzellasten, d. i. der schwersten Raddrücke.

Bei den Straßenbrücken kommt eine Belastung durch Menschengedränge und durch Fuhrwerke in Frage. Das erstere wird je nach der Dichtheit des Verkehrs, der sich über die Brücke bewegen soll, mit 340 bis 460 kg pro Quadratmeter angenommen. Für Spannweiten bis zu 25 m kann jedoch die Belastung durch Fuhrwerke ungünstiger wirken; natürlich sind für die jeweilige Straßenkategorie die schwersten der darauf verkehrenden Fuhrwerke in Betracht zu ziehen. Die Brückenbahn ist dabei vollständig mit Lastwagen bedeckt anzunehmen und sind die etwa frei bleibenden Flächen mit Menschenlast zu besetzen.

c) Der Winddruck wird mit 250 bis 270 kg pro Quadratmeter Anprallsfläche für die unbelastete und 150—170 kg für die durch einen Zug belastete Brücke angenommen. Der Berechnung der Windverstrebungen ist jener dieser beiden Belastungsfälle zu Grunde zu legen, welcher die größeren Spannungen ergiebt.

d) Einfluß der Wärme. Infolge von Temperaturänderungen finden in den einzelnen Teilen eines Brückenträgers Längenänderungen statt, die nur dann nicht von dem Auftreten innerer Spannungen begleitet sind, wenn sie ohne Hindernis vor sich gehen können. Dies ist im allgemeinen bei allen sogenannten statisch bestimmten Systemen und insonderheit bei den freiaufliegenden Balkenträgern der Fall, wenn deren Enden so gelagert sind, daß dem Bestreben des Trägers, bei Temperaturänderungen sich auszudehnen oder zusammenzuziehen, kein Widerstand entgegengesetzt wird. In der praktischen Ausführung läßt sich diese Bedingung allerdings nicht vollkommen, aber doch bis zu einem solchen Grad erfüllen, daß die durch den Reibungswiderstand an den Auflagern hervorgerufenen Spannungen als praktisch vernachlässigbar anzusehen sind. Es ist aber hinsichtlich der Temperaturwirkungen auf die verschiedenen Trägersysteme noch das Folgende

zu berücksichtigen: Gleichmäßige Temperaturveränderungen in sämtlichen Teilen eines Trägers erzeugen in den Balkenträgern, und zwar sowohl in den einfachen, als auch in den kontinuierlichen (durchgehenden) Trägern keine Spannungen, wenn, wie dies bei regelrechten Ausführungen immer der Fall ist, die Verschiebung der Trägerenden durch eine entsprechende Auflagerung möglich gemacht ist. Ungleichmäßige Erwärmungen, insbesondere des Ober- und Untergurts, welche bei direkter Sonnenbestrahlung leicht eintreten können, rufen in den einfachen, auf zwei Stützen aufliegenden Balkenträgern auch noch keine, oder wenigstens keine wesentlichen Spannungen hervor, obwohl sie eine Krümmung des Trägers — bei stärkerer Erwärmung des Obergurts eine Krümmung nach aufwärts, bei stärkerer Erwärmung des Untergurts eine Einsenkung — bewirken. Bei kontinuierlichen Trägern haben aber solche ungleiche Erwärmungen der beiden Gurte Spannungen im Gefolge, welche ziemlich bedeutend werden können. Die Rechnung ergiebt, daß für 1° Temperaturdifferenz zwischen Ober- und Untergurt die Spannungsänderung in den Gurtungen $1^1/_2$ bis 2% beträgt. Es ist dies ein Umstand, der mit gegen die Anwendung von kontinuierlichen Trägern spricht. Über den Einfluß der Wärme auf die Bogen- und Hängeträger vergleiche man den diese Trägersysteme behandelnden Artikel.

Die inneren Kräfte, d. h. die Spannungen, welche in den Konstruktionsteilen einer Brücke auftreten, sind als eine Funktion der äußeren Kräfte aus diesen zu berechnen. Die Grundzüge dieser Berechnung finden sich in den die einzelnen Trägersysteme gesondert behandelnden Artikeln mitgeteilt. Sind die Spannungen bekannt, so lassen sich damit auch die Querschnittsgrößen der einzelnen Trägerteile bestimmen; dieselben sind nämlich so groß zu wählen, daß die auf die Flächeneinheit, auf das Quadratcentimeter entfallende Spannung, d. i. die sogenannte Inanspruchnahme, ein gewisses als zulässig erkanntes Maß nicht überschreitet. Auch über die Größe dieser zulässigen Inanspruchnahme bestehen in den einzelnen Ländern gesetzliche Bestimmungen.

Zur Querschnittsermittlung stehen im allgemeinen zwei Verfahren in Anwendung. Das eine nimmt für alle Teile eines Trägers und für alle Brücken derselben Art die gleiche Inanspruchnahme an und bestimmt sonach die Querschnittsgrößen der auf reine Normalfestigkeit (Zug oder Druck) beanspruchten Teile aus $F = \frac{P}{s}$, wenn P die Anstrengung des betreffenden Teils und s diese konstante Inanspruchnahme bezeichnet. — Das andere Verfahren, welches erst in neuerer Zeit Eingang gefunden hat, beruht hingegen auf der Berücksichtigung jenes Verhaltens, welches Eisen und Stahl bei wiederholten Anstrengungen zeigen, und welches durch das Wöhler'sche Gesetz (s. d.) ausgedrückt wird. Diesem auf empirischem Weg gefundenen Gesetz zufolge läßt sich der Bruch des Materials auch durch eine kleinere Belastung als jene ist, welche der ruhenden Bruchlast entspricht, herbeiführen, wenn dieselbe nur genügend oft aufgebracht wird, d. h. mit Spannungen von kleinerer Intensität wechselt. Je größer der Unterschied dieser wechselnden Spannungen ist, um so niedriger können dieselben sein, um nach genügend häufigen Wiederholungen das Material zum Bruch zu bringen. Dieses Gesetz ist zur Bestimmung der Querschnittsgrößen bei Brückenträgern in verschiedener Weise verwertet worden; vornehmlich haben die beiden Methoden von Gerber und von Launhardt-Weyrauch in der Praxis Anwendung gefunden. Diese und auch die anderen Verfahren beruhen auf der Aufstellung einer Formel, welche die zulässige Inanspruchnahme als eine Funktion der größten und kleinsten Spannung darstellt, welche ein bestimmtes Konstruktionsglied unter der Verkehrsbelastung erfährt. So ist nach Launhardt-Weyrauch die zulässige Inanspruchnahme

$$s = 800\left(1 + \frac{1}{2}\frac{P_{min}}{P_{max}}\right)$$

zu setzen, wobei die beiden Grenzspannungen P_{min} und P_{max}, je nachdem sie einen Zug oder Druck vorstellen, mit positivem oder negativem Vorzeichen einzuführen sind, so daß bei einem Wechsel von Druck und Zug das zweite Glied der obigen Formel subtraktiv wird.

Gegen die unmittelbare Anwendung des Wöhler'schen Gesetzes auf die Querschnittsbestimmungen werden aber nicht unbegründete Einwendungen erhoben und neigt man sich insbesonders auf Grund der Versuche Bauschingers wieder mehr dazu, die Berechnung mit konstantem Koefficienten durchzuführen oder wenigstens nur dem Sinn des erwähnten Gesetzes insofern Rechnung zu tragen, als man die zu wählende Inanspruchnahme von der Spannweite abhängig macht und Teile, die auf Zug und Druck beansprucht werden, stärker bemißt. Das erstere erscheint dadurch motiviert, weil mit wachsender Spannweite das Verhältnis zwischen Eigengewichtsspannung und Gesamtspannung, also zwischen P_{min} und P_{max} größer und weil der Einfluß der Stöße bei großer Spannweite geringer wird. Demzufolge ist es zulässig, die Inanspruchnahme mit der Spannweite wachsen zu lassen.

Belastungsannahmen in Österreich. Die neue in Österreich geltende Brückenverordnung datiert vom 15. September 1887, R. G. Bl. Nr. 109. Während die alte aus dem Jahr 1857 stammende Verordnung für Gurte und Gitterstäbe die gleiche, nach der Spannweite in großen Intervallen variierende Belastung vorschrieb, hat nunmehr für die Berechnungen folgendes zu gelten:

a) Die der Berechnung der Gurtungen zu Grunde zu legende und auf das ganze Brückenfeld auszudehnende zufällige Belastung ist bei den üblichen frei aufliegenden Konstruktionen für jedes Gleis pro laufendes Meter folgendermaßen festgesetzt:

Tabelle I.

Stützweite in Meter	Zufällige Last in Tonnen	Stützweite in Meter	Zufällige Last in Tonnen
1,0	30,0	15	7,0
1,5	20,0	20	6,5
2,0	15,0	40	5,6
2,5	13,5	80	4,4
5,0	11,5	120	3,8
10,0	8,5	160	3,4

Für dazwischen fallende Stützweiten ist geradlinig zu interpolieren.

b) Für die Berechnung der Ausfachung der Hauptträger der bezeichneten Konstruktionen hat dagegen ohne Rücksicht auf die Stützweite der Brücke und nur nach der Länge des belasteten Brückenteils pro laufendes Meter Gleis gerechnet, folgende Skala zu gelten:

Tabelle II.

Länge des belasteten Brückenteils in Meter	Zufällige Last pro Meter der belasteten Brückenlänge in Tonnen	Länge des belasteten Brückenteils in Meter	Zufällige Last pro Meter der belasteten Brückenlänge in Tonnen
1,0	30,0	15	8,5
1,5	25,0	20	7,6
2.0	20,0	40	6,2
2,5	18,0	80	4,8
5,0	14,0	120	4,0
10,0	10,0	160	3,5

Für dazwischen fallende Längen ist geradlinig zu interpolieren.

c) Bei kontinuierlichen Konstruktionen sind der Berechnung der Gurtungen die den Stützweiten der belasteten Brückenfelder nach der ersten der beiden obigen Tabellen zufallenden

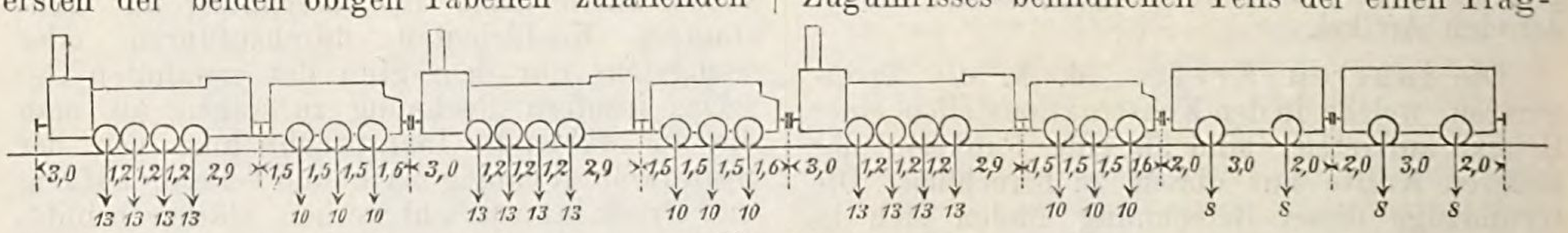


Fig. 413.

Belastungen zu Grunde zu legen und jene Belastungskombinationen zu berücksichtigen, welche die maximalen Momente ergeben.

Für die Berechnung der Verstrebung dieser Konstruktionen sind dagegen innerhalb der betrachteten Öffnung die Belastungen nach der zweiten Tabelle, für die gleichzeitig aber auch auf den anderen Brückenfeldern anzunehmenden Belastungskombinationen nur die Belastungen nach Tabelle I in Rechnung zu bringen.

d) Für andere Konstruktionen (Hängewerke, Sprengwerke, Bogenbrücken, Balanceträger etc.) ist der Berechnung ein Belastungszug nach beistehender Skizze zu Grunde zu legen (Fig. 413).

Bezüglich der für Nebenbahnen anzunehmenden Belastungen bestimmt die Verordnung, daß für jene Bahnen, auf welchen die schweren vierachsigen Lokomotiven nicht verkehren, die in obigen Tabellen angegebenen Belastungen zu ermäßigen sind, und zwar: *a*) um 20% für solche Bahnen, deren Brücken nicht nachteiliger beansprucht werden, als durch dreiachsige Lokomotiven mit 12 t Achsdruck, 1,2 m Radstand und 7,7 m Gesamtlänge samt deren dreiachsigen Schlepptendern mit 25 t Gesamtlast und 6,3 m Gesamtlänge; *b*) um 40% für solche Bahnen, deren Brücken nicht nachteiliger beansprucht werden, als durch dreiachsige Tenderlokomotiven mit 8,5 t Achsdruck, 1,1 m Radstand und 7,2 m Gesamtlänge.

Bezüglich der Zufahrtsstraßenbrücken enthält die österreichische Verordnung die nachstehenden Bestimmungen:

Für Straßen I. Klasse eine Menschenlast von 460 kg pro Quadratmeter; ein vierrädriger Lastwagen zu 12 t Gesamtgewicht bei 7,8 m Länge ohne Deichsel, 2,5 m Breite, 3,8 m Radstand, 1,6 m Gleisweite, mit einer Bespannung von vier Pferden, Gewicht 3 t auf 7,2 m Länge.

Für Straßen II. Klasse eine Menschenlast von 400 kg pro Quadratmeter; ein vierrädriger Lastwagen zu 6 t Gesamtgewicht bei 5,4 m Länge, 2,4 m Breite, 2,8 m Radstand, 1,5 m Gleisweite mit einer Bespannung von zwei Pferden.

Für Straßen III. Klasse eine Menschenlast von 340 kg pro Quadratmeter; ein vierrädriger Lastwagen zu 3 t Gesamtgewicht bei 4,8 m Länge, 2,3 m Breite, 2,4 m Radstand, 1,4 m Gleisweite mit einer Bespannung von zwei Pferden.

Über den Winddruck wird sodann bestimmt:

1. Bei der unbelasteten Brücke ist die eine der beiden Tragwände mit ihrer faktisch dem Winddruck ausgesetzten Fläche, die zweite hingegen mit einer nach untenstehender Skala zu reduzierenden Fläche in Rechnung zu bringen.

2. Bei der belasteten Brücke ist der Zug als ein 2,5 m hohes, 0,5 m über den Schienen befindliches fortschreitendes, volles Rechteck zu behandeln. Als Angriffsfläche ist hierbei die Fläche des Zugs und des außerhalb des Zugumrisses befindlichen Teils der einen Tragwand, sowie die skalamäßig reduzierte Fläche dieser Teile in der zweiten Tragwand in Rechnung zu bringen.

Skala für Reduktion der Flächen der zweiten Tragwand.

Verhältnis der offenen Maschenflächen zur Gesamtumrißfläche einer Tragwand	Reduktionsverhältnis für die ausgesetzte Fläche der zweiten Tragwand
bei 0,4	0,2
„ 0,6	0,4
„ 0,8	1,0

Der Einfluß der Centrifugalkraft ist bei Konstruktionen im Bogen zu berücksichtigen.

Bezüglich der Inanspruchnahme und Querschnittsfeststellung bestimmt endlich die neue Brückenverordnung für Österreich, daß die aus dem Eigengewicht und der zufälligen Belastung sich ergebende Gesamtspannung pro Quadratcentimeter der nutzbaren Querschnittsfläche (d. i. nach Abzug der Nietlöcher und der nicht mitwirkenden Teile des vollen Querschnitts) folgende Grenzen nicht überschreiten:

a) Bei Schweißeisen für Zug, Druck und Abscherung unter 40 m Stützweite 700 kg nebst 2 kg Zuschlag für jedes Meter Stützweite; von 40 m aufwärts, und zwar

für 40 m 780 kg
„ 80 m 840 „
„ 120 m 880 „
„ 160 m und darüber 900 „

Zur Berechnung der Nieten auf Abscherung in nur einer Richtung 600 kg, bezw. in meh-

reren Richtungen 500 kg, wobei noch zu beachten ist, daß die Projektion der Nietlochleibung mit nicht mehr als 1400 kg pro Quadratcentimeter beansprucht werden darf.

Für die Berechnung des Widerstands gegen Abscherung in der Walzrichtung 500 kg.

b) Bei Gußeisen, welches Material keinen Hauptbestandteil der freitragenden Konstruktion bilden darf, sind die oben bezeichneten Grenzen mit 700 kg auf Druck, 200 kg auf einfachen Zug und 300 kg auf Zug im Fall der Biegung festgesetzt.

Bei allen auf Pressung in Anspruch genommenen Konstruktionsteilen ist auf den erforderlichen Widerstand gegen Einknickung Bedacht zu nehmen.

c) Die Maximalinanspruchnahme, welche sich aus der Einwirkung des Winds unter Zuziehung der vorbesprochenen Inanspruchnahme ergiebt, darf folgende Grenzen nicht überschreiten: für Schweißeisen 1000 kg; für Nieten 700 kg; auf Abscheren in der Walzrichtung 600 kg.

Belastungsannahme in Bayern.

Nach den seitens der Generaldirektion der kgl. bayrischen Staatseisenbahnen aufgestellten Vorschriften (§ 4) bestimmt sich die Tragfähigkeit der eisernen Überbauten und einzelner nachdem die Beanspruchung für den in Frage stehenden Trägerteil am größten wird.

b) Für Lokalbahnen:

4. Tenderlokomotive von 24 Tonnen Gewicht und 7,0 m Länge zwischen den Buffern (Fig. 417);

5. beladener Güterwagen mit 20 Tonnen Gesamtgewicht und 7,0 m Länge zwischen den Buffern (Fig. 418);

6. beladener Güterwagen mit 16 Tonnen Gesamtgewicht und 5·2 m Länge zwischen den Buffern, wie nach Fig. 416 für Hauptbahnen.

Zur Bestimmung der größten Spannungen ist hier in Rechnung zu ziehen, entweder

α) ein Bahnzug, bestehend aus zwei Tenderlokomotiven (Fig. 417) und einer unbeschränkten Zahl von Güterwagen (Fig. 416), welche den Lokomotiven folgen oder auch gleichzeitig vorausgehen und folgen; oder

β) der Güterwagen von 20 Tonnen Gesamtgewicht (Fig. 418), je nachdem die Beanspruchung der in Frage stehenden Trägerteile am größten wird.

Für die statische Berechnung von Fußweganlagen bei Haupt- und Lokalbahnen ist eine Verkehrsbelastung durch Menschengedränge von 0,3 Tonnen auf das Quadratmeter anzunehmen.

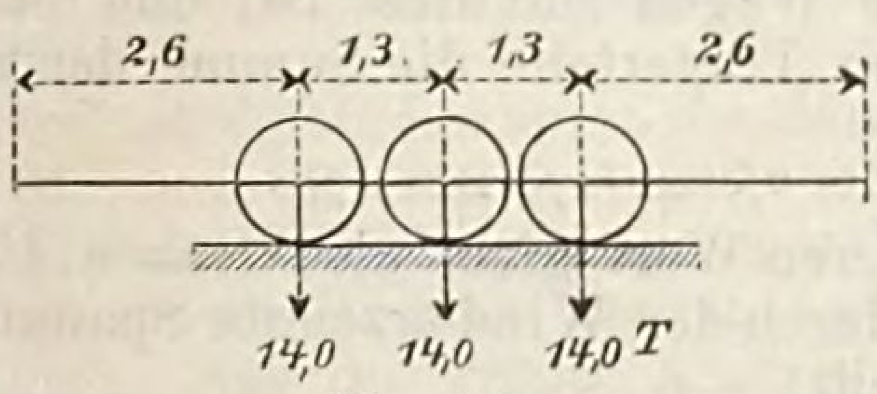


Fig. 414.

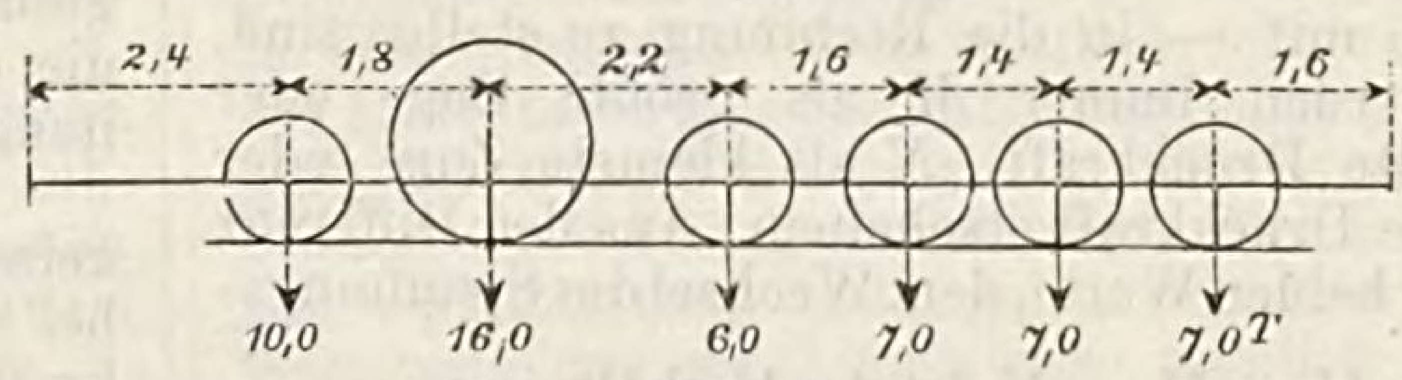


Fig. 415.

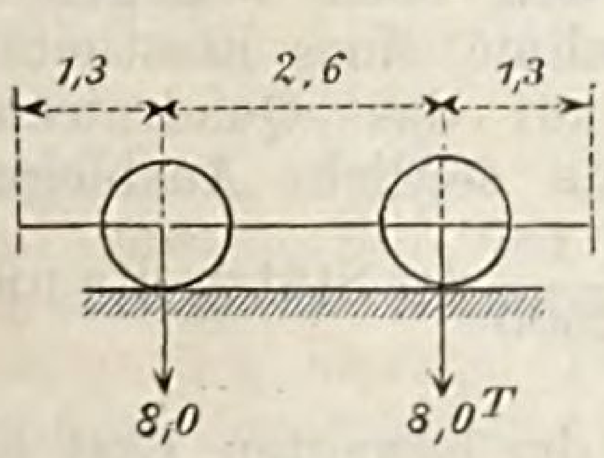


Fig. 416.

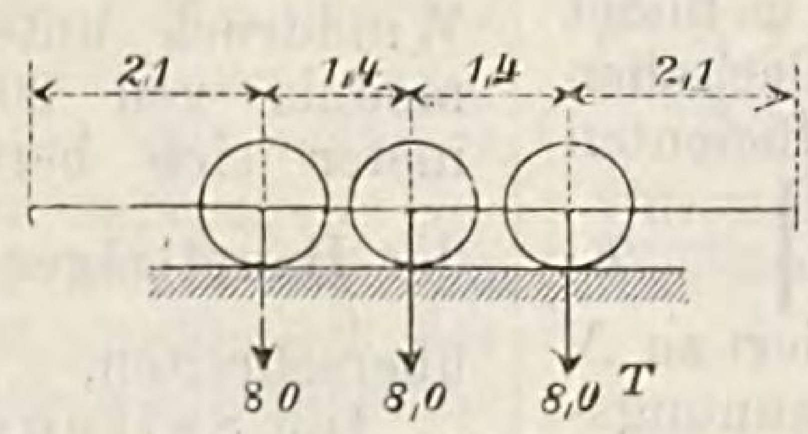


Fig. 417.

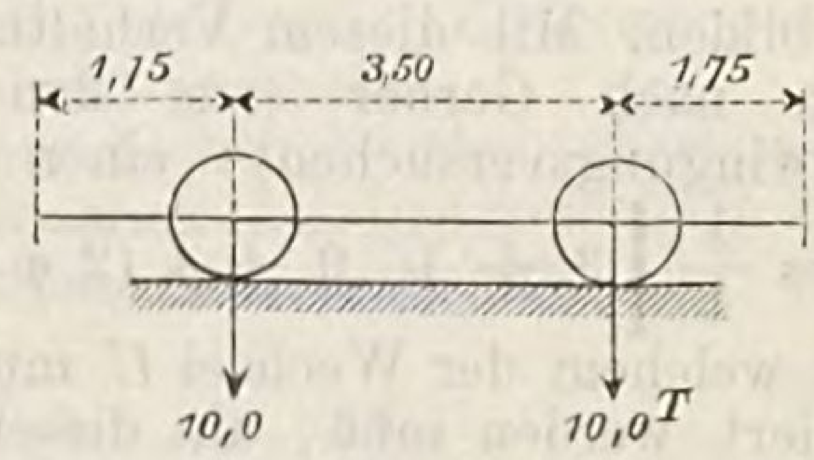


Fig. 418.

Teile derselben nach folgenden Belastungsvorschriften:

A. Die Bahnbrücken.

Die ständige Last besteht aus dem Gewicht des Eisenwerks samt allen, das letztere ständig belastenden Zugehörungen.

Als veränderliche Last ist anzunehmen:

I. Die Verkehrsbelastung durch folgende Eisenbahnfahrzeuge:

a) Für Hauptbahnen:

1. Tenderlokomotive von 42 Tonnen Gewicht und 7,8 m Länge zwischen den Buffern (Fig. 414);

2. Schnellzugslokomotive mit Tender von 53 Tonnen Gesamtgewicht und 12,4 m Länge zwischen den Buffern (Fig. 415);

3. beladener Güterwagen mit 16 Tonnen Gesamtgewicht und 5,2 m Länge zwischen den Buffern (Fig. 416).

Zur Bestimmung der größten Spannungen in den einzelnen Trägerteilen ist in Rechnung zu ziehen, entweder:

α) ein Bahnzug bestehend aus drei Tenderlokomotiven (Fig. 414) und einer unbeschränkten Zahl von Güterwagen (Fig. 416), welche den Lokomotiven folgen oder auch gleichzeitig vorausgehen und folgen, oder

β) die Schnellzugslokomotive (Fig. 415), je

II. Die Centrifugalkraft. Bei Brücken in gekrümmter Bahn ist der Einfluß der Centrifugalkraft auf die Größe der Spannungen in den einzelnen Trägerteilen unter der Annahme zu bestimmen, daß die größte Fahrgeschwindigkeit

a) bei Hauptbahnen 21 m in der Sekunde (rund 75 km in der Stunde),

b) bei Lokalbahnen 10 m in der Sekunde (36 km in der Stunde) beträgt.

III. Der Winddruck ist für die lotrechte Fläche des nicht belasteten Überbaues zu 0,280 Tonnen auf das Quadratmeter, des belasteten Überbaues aber zu 0,150 Tonnen auf das Quadratmeter anzunehmen.

Bei Fachwerksbrücken sind die Flächen der Glieder beider Hauptträger in Rechnung zu stellen, soweit dieselben nicht durch Wege gedeckt sind.

B. Die Straßenbrücken.

Die eisernen Überbauten von Straßenbrücken, deren Unterhaltung dem königl. Staatsbauärar obliegt, sind nach den Bestimmungen der Ministerialentschließung vom 13. Februar 1878, enthaltend Vorschriften über Entwurf, Ausführung und Prüfung von Straßenbrücken mit eisernem Überbau (Amtsblatt des königl. Staatsministeriums des Innern vom 20. Februar 1878),

herzustellen. Eiserne Überbauten aller anderen Straßen- und Flußwegbrücken sollen nach Belastungsvorschriften zur Ausführung kommen, welche von der königl. Generaldirektion für jeden einzelnen Fall nach dem aus den gegebenen Verhältnissen zu beurteilenden Maß des Sicherheitsbedürfnisses aufgestellt werden.

Als Spannungsgrenze (γ) für ruhende Last ist 1600 kg auf das Quadratcentimeter anzunehmen. Zur Berücksichtigung der durch die Unebenheiten der Bahn und die Bewegung der Lasten erzeugten Stöße soll die veränderliche Last (P) als Verkehrslast (^vP) ein und einhalbfach in die Rechnung eingeführt werden, also

$$1{,}5\ P = {}^vP.$$

Um der Schwingungsfestigkeit, d. i. dem Einfluß der sich wiederholenden Spannungswechsel in den Trägergliedern Rechnung zu tragen, sind für jedes derselben die eingrenzenden Spannungskräfte zu bestimmen. Die oberste derselben (M) wird immer gebildet aus der Summe ${}^0S + {}^vS_{max}$, die unterste (N) aus den Summen ${}^0S + {}^vS_{min}$, wobei ${}^0S$ die Spannungskraft aus der ständigen Last, ${}^vS_{max}$ die größte, ${}^vS_{min}$ die kleinste Spannungskraft aus der Verkehrslast darstellen.

Da hierbei die Zugkräfte mit +, die Druckkräfte mit — in die Rechnung zu stellen sind, so werden immer M als größte Zug- oder kleinste Druckkraft, N als kleinste Zug- oder größte Druckkraft erscheinen. Aus der Differenz dieser beiden Werte, dem Wechsel der Spannungskräfte $U = M - N$, ist das Verhältnis $\varphi = \frac{N}{U}$ zu bilden. Mit diesem Verhältniswert φ findet man nach Gerber (aus den Wöhler'schen Schwingungsversuchen) einen Koefficienten

$$\tau = \frac{1}{4}\left[3 + \sqrt{9 + 4\,(2\,\varphi + 1)^2}\right] - \varphi,$$

mit welchem der Wechsel U multipliziert zu N addiert werden muß, um dieselbe Spannungskraft zu erhalten, welche ständig und ruhend in dem betrachteten Stab wirkend, denselben bis zur Spannungsgrenze (γ) anstrengen dürfte. Es ist demnach jene Größe ${}^gS = N + \tau\,.\,U$ oder, wenn man $\varphi + \tau = \sigma$ setzt, in einfacher Weise ${}^gS = \sigma\,.\,U$.

Diese Spannungskraft ${}^gS$ ist daher durch die Spannungsgrenze γ zu dividieren, um den Querschnitt F für den betrachteten Stab zu erhalten, also

$$F = \frac{{}^gS}{\gamma}.$$

Für Glieder, welche nur in einem Sinn, also nur auf Zug oder nur auf Druck in Anspruch genommen werden, deren wechselnde Spannungen sohin nicht durch den Wert Null gehen, ist ${}^vS_{min}$ oder ${}^vS_{max} = 0$, und kann hier in einfacher Weise $\varphi = \frac{{}^0S}{{}^vS}$ gesetzt werden.

Die erhaltenen Werte F gelten nur für einen gezogenen Stab und für die Enden (Anschlüsse) eines mit N gedrückten Stabs. Der mittlere Querschnitt des letzteren ist jedoch, um Ausbiegungen desselben zu verhindern, nach bestimmten Erfahrungsregeln im Verhältnis $1 : (1 + \omega)$ zu vergrößern, wobei für Walzeisen $\omega = 0{,}0001\ l^2\ \frac{F}{J}$ ist, wenn l die Knicklänge des Stabs, F die Fläche und J das kleinste Trägheitsmoment der angenommenen Querschnittsform sind. Für gegliederte Träger kann hierbei die Knicklänge l für die Ausfüllungsglieder zu vier Fünftel der geometrischen Länge in Rechnung gezogen werden, wenn die Knotenpunkte als steif verbunden zu betrachten sind.

Für nur gedrückte Stäbe, deren eingrenzende Spannungskräfte M und N das Vorzeichen (—) erhalten, muß demnach

$$F = W\,(1 + \omega) = W\left[1 + 0{,}0001\ l^2\ \frac{F}{J}\right]$$

sein. Erhalten jedoch M und N verschiedene Vorzeichen, also $+ M$ und $- N$, so ergiebt sich W für die Querschnittsfläche am Anschluß des Stabs wie oben. Für jene in der Mitte des Stabs ist jedoch eine Querschnittsform anzunehmen und zu untersuchen, ob die Fläche derselben

$$F = \frac{1}{\gamma}\,.\,\sigma\,(U - \omega\,N)$$

ist, wobei φ aus $\frac{N\,(1 + \omega)}{U - \omega\,N}$ gebildet und das zugehörige σ aus der Tabelle entnommen wird.

In Bezug auf den Winddruck ist zu untersuchen, ob der Überbau sowohl für sich allein als auch bei Belastung durch unbeladene geschlossene Wägen standfest ist, und ob für die einzelnen Trägerteile die Summe der Spannungen

$${}^0S + {}^vS + {}^wS$$

keinen größeren Wert giebt als ${}^gS = \sigma\,.\,U$, wobei ${}^wS$ die durch den Wind erzeugte Spannungskraft darstellt.

Die hiernach für den oben angegebenen Winddruck unter Annahme eines Elasticitätsmoduls von 2000 t auf das Quadratcentimeter sich berechnende seitliche Ausbiegung der Hauptträger darf $\frac{1}{2500}$ der Stützweite nicht überschreiten.

Die Seitenstöße der bewegten Last sind mit $\frac{4}{100}$ derselben in Rechnung zu setzen und die wagrechte Versteifung ist so zu berechnen, daß die seitliche Ausbiegung der Hauptträger infolge dieser Angriffe nicht größer wird, als $\frac{1}{10000}$ der Stützweite.

In Preußen bestehen keinerlei Vorschriften über die Belastungsannahmen für die statische Berechnung.

Über Berechnung der Balkenbrücken siehe die Artikel Durchgehende Träger, Gelenkträger und Freiaufliegende Träger. Melan.

Brückenprobe (*Bridge-test; Essai*, m., *d'un pont*). Die nach vollendeter Aufstellung der Eisenkonstruktion und Verlegung des Gleises vor Inbetriebnahme des letzteren vorzunehmende Belastungsprobe (Probebelastung), welche den für die statische Berechnung gemachten Voraussetzungen möglichst entsprechen, also die äußersten Grenzen der Verkehrsbelastung in sich schließen soll.

Diese Erprobung hat nicht den Zweck, den Sachverständigen — bezw. die die Aufsicht übende Behörde — zu überzeugen, daß das Bauwerk die ihm zugemuteten Maximalanstrengungen auszuhalten im stande ist; die Möglichkeit eines Mißerfolgs kann und muß nach dem heutigen Stand der Brückenbautechnik hierbei

vollkommen ausgeschlossen sein. Nur für den Laien wird eine solche Probebelastung in den meisten Fällen erst den Beweis der Haltbarkeit der oft sehr kühn und luftig aussehenden Eisenbrücken liefern müssen, weshalb dieselbe schon aus diesem Grund stets auszuführen sein dürfte.

In technischer Hinsicht jedoch soll die Erprobung einesteils dazu dienen, einen Vergleich der für die Konstruktion rechnerisch bestimmten Elasticitätsverhältnisse mit den wirklich bestehenden Verhältnissen zu ermöglichen, anderenteils aber die Güte der Bearbeitung, insbesondere der Verbindungen (Knotenpunkte) nach erfahrungsgemäß bestimmten Normen für das erlaubte Maß der bleibenden Einbiegung festzustellen.

Die Ausführung der Belastungsprobe ist bei den verschiedenen Bahnverwaltungen je nach den für die statische Berechnung aufgestellten Belastungsnormen und besonderen Bedingnissen eine mehr oder weniger verschiedene. In den wenigsten Fällen wird heute noch hierfür eine ruhende, gleichmäßig verteilte, der Wirkung der Verkehrsbelastung entsprechende Last vorgeschrieben, selbst wenn dieselbe für die statische Berechnung angewendet wurde. Viel mehr ist wohl bei allen Staatsbahnverwaltungen für Vollbahnen (Hauptbahnen) folgende Übung im Gebrauch:

Drei schwerste Lokomotiven, derart gruppiert, daß die meistbelasteten Achsen möglichst nahe der Mitte der Belastungslänge zu stehen kommen, werden zuerst langsam soweit auf die Brücke gefahren, daß die größte Anstrengung für die Trägermitte hervorgebracht wird. Nachdem dieselben eine bestimmte Zeit (fünf Minuten bis mehrere Stunden) in dieser Stellung ruhig verblieben, werden sie zunächst mit mäßiger und sodann mit der größten zulässigen Geschwindigkeit einigemale über die Brücke hin und zurück bewegt. Damit ist gewöhnlich der Umfang der Belastung für Brücken bis ungefähr 60 m Stützweite erschöpft; jedoch werden auch zuweilen bei sehr langen Brückenfeldern für die ruhende Belastung beladene Güterwagen vor und hinter den drei Lokomotiven angehängt (für die bewegte Belastung nur hinter denselben), oder es wird das ganze Feld mit Lokomotiven bestellt und befahren.

Vorhandene seitliche Fußwege können, je nach dem Zweck derselben, mit einer gleichmäßigen Last von 200—560 kg für das Quadratmeter belegt werden. Bei durchlaufenden (kontinuierlichen) Trägern ist außerdem noch notwendig, die Lasten in solcher Weise gruppiert und über die einzelnen Felder verteilt aufzustellen, daß die größten positiven und negativen Biegungsmomente und Vertikalkräfte hervorgerufen werden.

Während dieser verschiedenen Belastungsarten mißt man die lotrechten und wagrechten Bewegungen (Einbiegungen, Auftriebe, Seitenschwankungen) der Hauptträger und bestimmt hieraus insbesondere die bleibenden vertikalen Einsenkungen. Um dies zu ermöglichen, ist es notwendig, vor Aufbringung einer der erwähnten Belastungen die Auflagerpunkte (Stützpunkte, Stützflächen) der Hauptträger gegen Fixpunkte einzumessen, welche abseits von der Brücke so angeordnet sein müssen, daß sie durch allenfalls stattfindende Setzungen oder Erschütterungen nicht berührt werden. Die Messung selbst erfolgt mit Hilfe eines Nivellierinstruments, dessen Standpunkt auf dem Boden oder dem Mauerwerk selbst derart zu wählen ist, daß womöglich mit einer Stellung sowohl der außerhalb der Brücke liegende Fixpunkt als die lotrecht über und möglichst nahe den Stützflächen angebrachten Höhenmarken *a*, Fig. 419, bezw. die auf letzteren stehenden Nivellierlatten *b* eingemessen werden können. Sollen auch die vertikalen und horizontalen Bewegungen der Hauptträgermitten oder anderer zwischen den Stützen liegender Punkte mit dem Nivellierinstrument gemessen werden, so sind an denselben ebenfalls Höhenmarken *c c*, Fig. 419, zur sicheren Aufstellung der Nivellierlatten (mit Rücksicht auf später vorzunehmende Vergleichsmessungen) anzubringen.

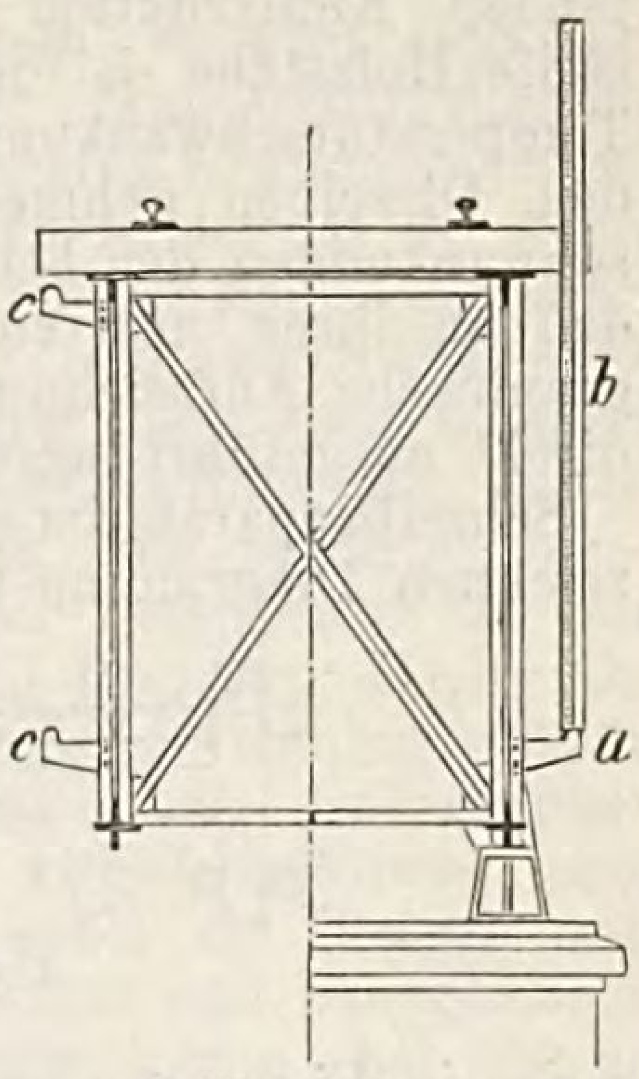


Fig. 419.

Dieses Meßverfahren giebt jedoch hier selten genaue Resultate, da es in den wenigsten Fällen möglich sein wird, für das Instrument eine geeignete Aufstellung außerhalb der Brücke zu finden; zudem ist die Ablesung der Vertikal- und Horizontalschwankungen der Hauptträger während der rasch bewegten Belastung nur schätzungsweise möglich.

Viel genauer werden die elastischen Schwingungen, wie die bleibenden Einbiegungen der Hauptträger direkt gemessen.

Bei geringer Lichthöhe der überspannten Öffnungen, wie auch bei Brücken über kleine Flußläufe werden nach Fig. 420 auf einge-

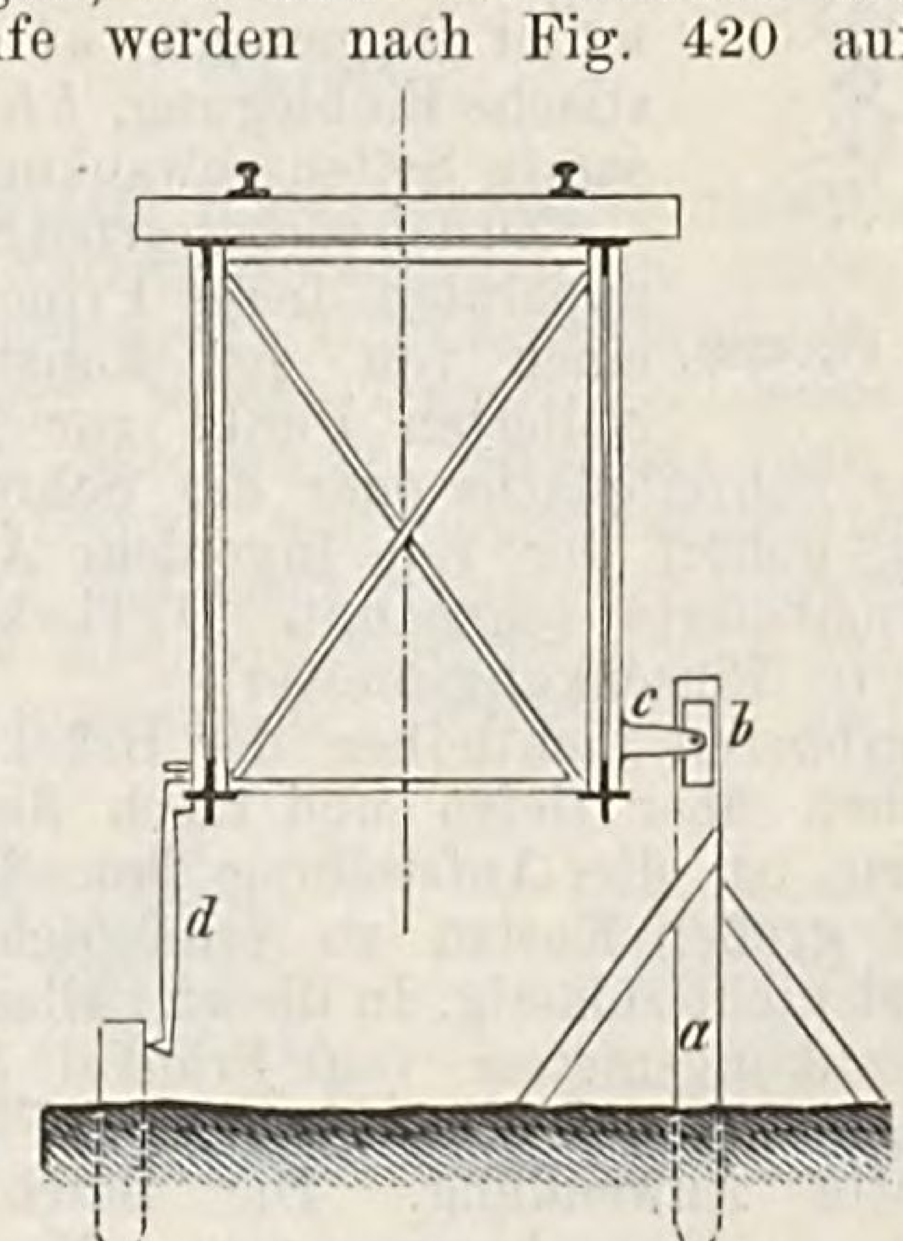


Fig. 420.

rammten Pfählen oder unverrückbaren Lagern zunächst den Hauptträgermitten Holzständer *a*, lotrecht aufgestellt und gegen Seitenbewegungen quer zur Brücke entsprechend gesichert. An diese Ständer, welche mit der Brücke selbst in keiner Berührung stehen dürfen, werden in der Höhe der unteren, bezw. oberen Gurtung, die zur Aufzeichnung der Bewegungen benutzten Messingplättchen *b* quer zur Längsrichtung der Brücke derart befestigt, daß auf ihnen die lot- und wagerechten Bewegungen gleichzeitig auf-

gezeichnet werden, und zwar durch besondere, an den Gurtungen oder an irgend welchen mit diesen verbundenen Teilen befestigte Schreibapparate *c*. Selbstverständlich können auch die genannten Plättchen an der Eisenkonstruktion, die Schreibapparate aber an den Ständern befestigt sein. Anstatt Ständer aufzustellen, hängt man zuweilen auch an der zu beobachtenden Konstruktion entsprechend geformte, steife Holzstäbe *d*, Fig. 420, auf, welche durch Temperaturschwankungen nicht beeinflußt werden. Dieselben nehmen Teil an den Vertikalschwankungen der belasteten Konstruktion, so daß an ihren unteren Enden Messungen oder graphische Aufzeichnungen in bequemer Weise direkt ausgeführt werden können.

Schreibapparate der einfachsten Form, Fig. 421, zeichnen Diagramme auf, wie solche beispiels-

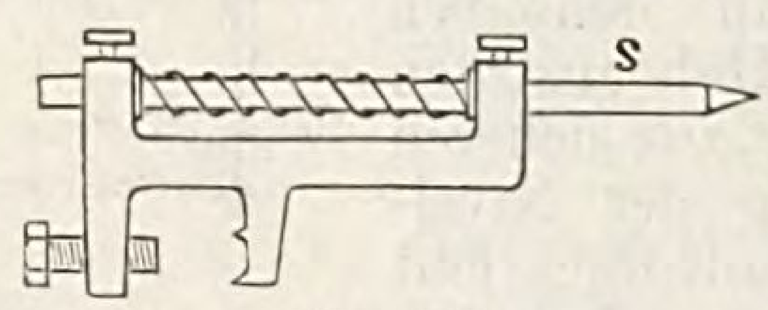


Fig. 421.

weise in Fig. 422*a* und *b* für eine Brücke von 57 m Spannweite und die Befahrung derselben mit drei schwersten Lokomotiven sowohl mit sehr geringer, als auch der größten Geschwindigkeit dargestellt sind.

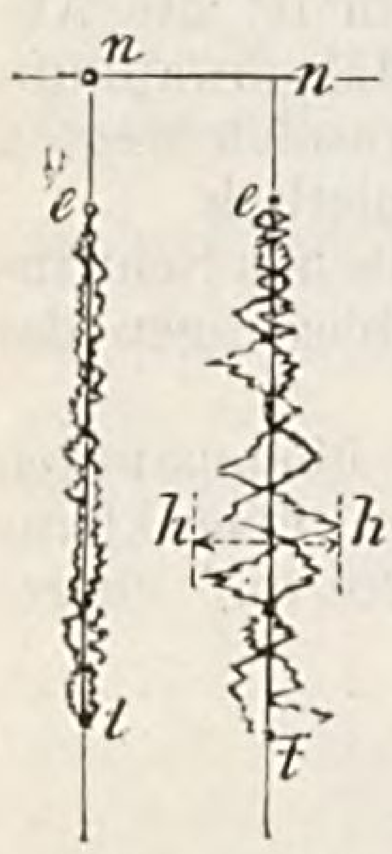


Fig. 422*a*. Fig. 422*b*.

Hierbei ist *n* der Null- oder Anfangspunkt, — auf welchen die Spitze des durch eine Spiralfeder nach vorn gedrückten Stahlstifts *s*, Fig. 421, vor der Belastung eingestellt wird — *e* der Endpunkt nach der Entlastung. Die Differenz *ne* zeigt die bleibende Einbiegung; *nt* ist die gesamte, *et* die elastische Einbiegung, *hh* die gesamte Seitenschwankung.

Zu den verbesserten Schreibapparaten dieses Princips, die einen von der Konstruktion isolierten Punkt zur Befestigung der Schreibplatte oder des Schreibstifts bedürfen, gehört der von Ingenieur A. Askenasy konstruierte sogenannte Deflektionsmesser (s. Einsenkungsmesser).

Bei größeren Lichthöhen der Brücken oder bei solchen über tiefen und rasch fließenden Gewässern ist die Aufstellung von Ständern nur mit großen Kosten zu ermöglichen, oft überhaupt nicht zulässig. In diesen Fällen finden die Einsenkungsmesser von Fränkel & Trau (*I* in Fig. 423) und Klopsch (*II* in Fig. 423) vorteilhafte Anwendung. Die Beschreibung derselben s. Einsenkungsmesser. Nur wenn die zu prüfende Konstruktion neben einer bereits vorhandenen liegt, sind die gewöhnlichen, oben besprochenen Schreibapparate zu verwenden, da sodann die bestehende Konstruktion, welche mit der neuen selbstverständlich nicht weiter als durch die Steinpfeiler in Verbindung stehen darf, zur Anbringung der Apparate *a* oder der Plättchen *b*, Fig. 424, benutzt werden kann. Für die Beobachtung der Tragwand, welche zunächst der alten Konstruktion liegt, ist diese Anbringung gewöhnlich ohne weitere Hilfsmittel möglich; dagegen muß für Beobachtung der äußeren Tragwand ein vertikal vollkommen abgesteifter Balken *c* aus Holz oder Eisen quer zur Längsrichtung der zu beobachtenden Konstruktion angebracht werden, welcher mit den bestehenden Hauptträgern bei *d* und *e* in vertikalem Sinn unverrückbar so zu verbinden ist,

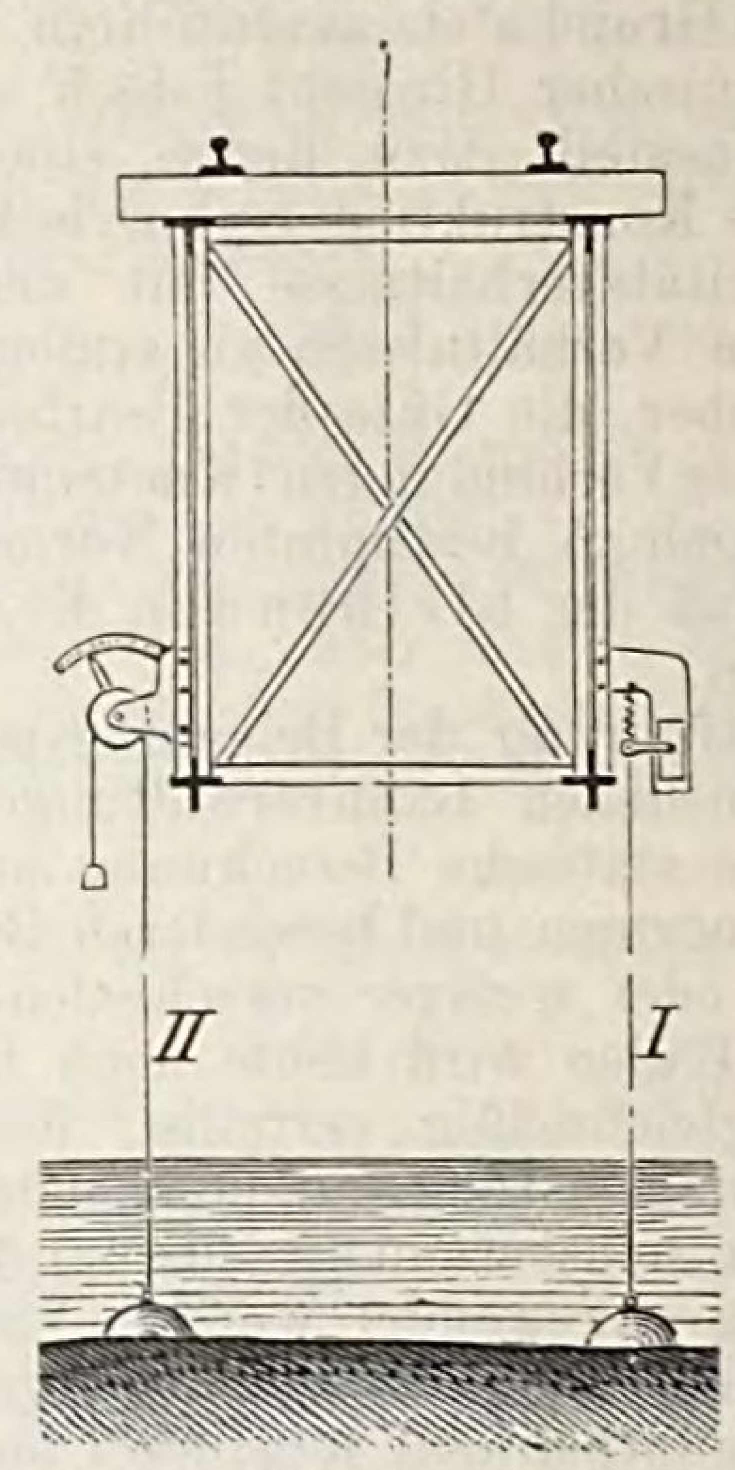


Fig. 423.

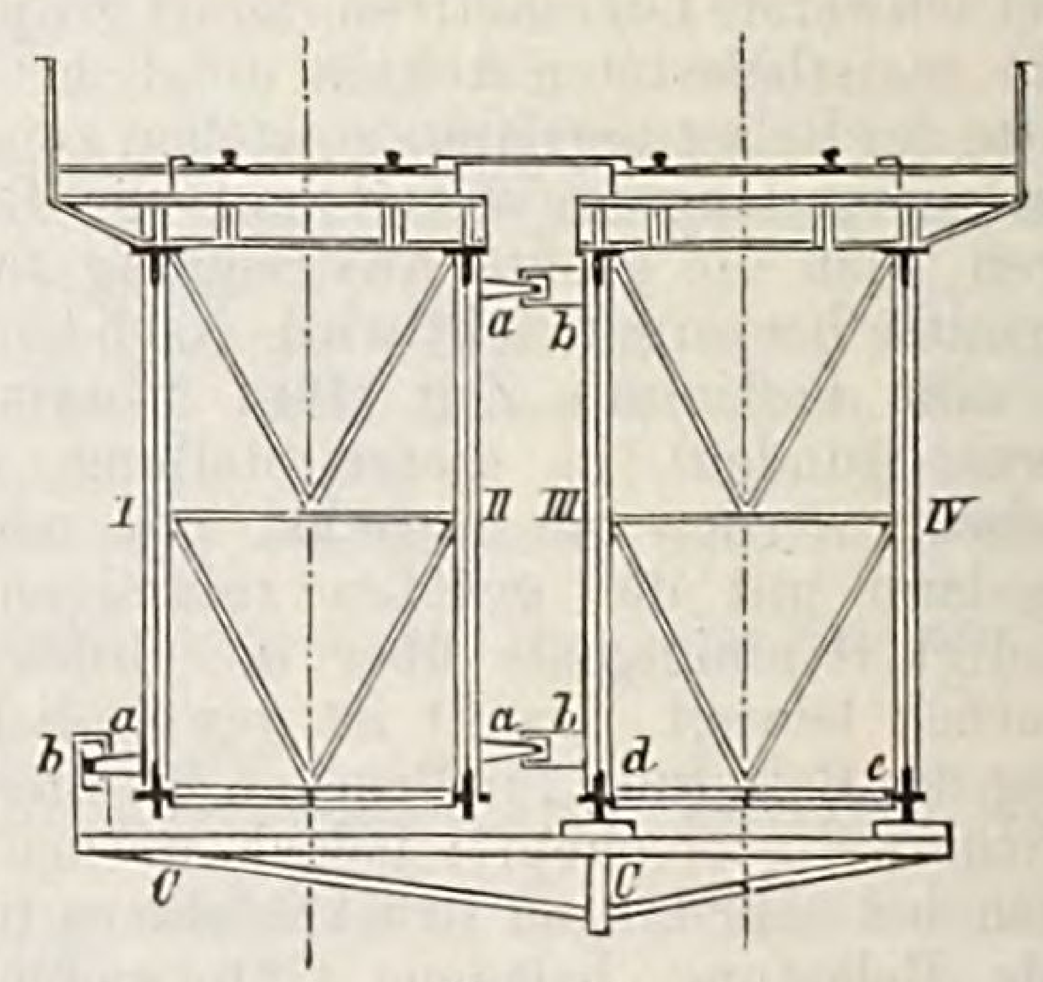


Fig. 424.

daß derselbe über oder unter den zu beobachtenden Gurtungen der Träger *I* und *II* möglichst nahe denselben und ohne sie zu berühren bis zum äußersten Träger *I* durchgreift.

Auch mittels Drähten *a*, Fig. 425, welche zwischen den Steinpfeilern ausgespannt werden, lassen sich bei Beobachtungen von kurzer Zeitdauer ganz brauchbare Resultate erzielen. Diese Drähte, welche in lotrechter Richtung durch ein angehängtes Gewicht *b*, in wagerechter Richtung aber durch Querdrähte *c* zu spannen sind, dürfen die Konstruktion nicht berühren. Möglichst leichte Schreibstifte werden an den Längs- oder Querdrähten entsprechend aufgehängt und zeichnen sodann Diagramme wie die gewöhnlichen Schreibapparate. Eine Schwankung der Pfeiler in der Längsrichtung der Brücke muß hierbei selbstverständlich ausgeschlossen sein.

Wie bereits erwähnt, werden in der Regel nur die lotrechten und wagerechten Bewegungen der Hauptträger in der Mitte gemessen. Da dieses Verfahren nur wenig Anhaltspunkte für die Beurteilung der Güte der Ausführung bietet, ja sogar zu Trugschlüssen Veranlassung geben kann, und ein richtiges Bild des Zu-

sammenwirkens der einzelnen Konstruktionsglieder eines Hauptträgers bei den verschiedenen Laststellungen nur erhalten werden könnte, wenn für jedes derselben zu gleicher Zeit alle Knotenpunkte eingemessen würden, dies aber mit den schon erwähnten Apparaten, unter Anwendung elektrischer Kontaktvorrichtungen, nicht allzu schwer auszuführen wäre, so kann ein solch weitgehendes Verfahren nur empfohlen werden.

Sind die lotrechten und wagerechten Bewegungen bei den verschiedenen oben angegebenen Belastungsarten gefunden, so werden nach Entlastung der Brücke die Höhenmarken über den Stützflächen nochmals gegen den Fixpunkt einnivelliert, um allenfallsige Setzungen des Mauerwerks feststellen und bei der nun zu bestimmenden bleibenden Einbiegung (Differenz der gesamten und elastischen Einbiegung) in Rücksicht ziehen zu können.

Die gefundenen Maße dürfen keinesfalls gewisse Grenzwerte überschreiten, welche teils theoretisch, teils praktisch festgestellt sind. Die zulässige Grenze für die elastische Einbiegung läßt sich für jede Konstruktion unter Voraussetzung einer zweckmäßigen Anwendung derselben rechnerisch feststellen, wenn der Elasticitätsmodul für das zu verwendende Material hinreichend genau bekannt ist oder bestimmt wurde; dagegen steht die zulässige bleibende Einbiegung erfahrungsgemäß fest und hängt namentlich von der Anzahl der Knotenpunkte, der Trägerhöhe und dem Neigungswinkel der schiefen Zwischenglieder des Trägers ab; ebenso ist auch das zulässige Maß der Seitenschwankung empirisch bestimmt. Gewöhnlich drückt man diese Grenzwerte in Teilen der Stütz- oder Spannweite der Konstruktion aus und nimmt an, daß die bleibenden lotrechten Durchbiegungen in der Trägermitte, sowie die elastischen Seitenschwankungen daselbst zwischen $\frac{1}{5000}$ und $\frac{1}{4000}$ liegen, bezw. $\frac{1}{10000}$ der Spannweite betragen dürfen.

In neuerer Zeit bestimmt man neben den Einbiegungsgrößen der Konstruktion auch die Spannungen in den verschiedenen Gliedern derselben und damit insbesondere den Einfluß der steifen Knotenverbindungen, an deren Stelle man bei der Rechnung Gelenkverbindungen sich zu denken pflegt. Man benutzt hierzu die sogenannten Dehnungszeichner (s. d.), welche die Längenänderung des Stabs infolge der Belastung in vergrößertem Maßstab wiedergeben.

Zu dem vorstehend Mitgeteilten ist noch zu bemerken, daß die Belastungsprobe nur bei Windstille oder geringer Luftbewegung, sowie bei bedecktem Himmel vorgenommen werden soll; insbesondere ist der Einfluß der Sonnenstrahlen hierbei ein ganz erheblicher.

Bei der gewöhnlichen Anordnung der Brücken mit zwei Fachwerksträgern wird — selbst für den Fall, daß beide Träger nach außen frei liegen — immer eine Gurtung durch die Plattform im Schatten sein. Ist der Träger voll beschienen, so erfährt er eine gleichmäßige Ausdehnung nach allen Richtungen, vorausgesetzt, daß durch Anbringung einer beweglichen Auflagerkonstruktion an dem einen Ende desselben die Längenausdehnung ermöglicht ist. Hierbei werden alle Punkte des Trägers, welche in der geraden Verbindungslinie der beiden Stützpunkte desselben liegen, ihre Höhenlage unverändert beibehalten. Ist jedoch die obere Gurtung eines Trägers (*I* in Fig. 426) beschattet, die untere aber beschienen, so wird sich nur letztere entsprechend der Temperaturzunahme ausdehnen und der Träger eine Krümmung nach unten erleiden. Noch auffallender ist es, wenn nur die obere Gurtung von der Sonne getroffen wird (s. Träger *II*, Fig. 427); in diesem Fall wird der Träger eine Krümmung nach oben erleiden und sich bei längerer Beobachtung mit seiner Belastung heben, anstatt, wie erwartet, einsenken. Dieser Einfluß der Temperatur ist von Bender in Amerika und Professor Mohr als sehr bedeutend nachgewiesen worden; nach deren Erfahrungen betragen die beobachteten Temperaturunterschiede zwischen Ober- und Untergurt 19—20° C., wobei ein Träger mit einfachem Ausfüllungssystem und beweglichem Ende bei 10 m Stützweite 3 mm, bei 100 m Weite 30 mm Durchbiegung, bezw. Überhöhung erleidet. Selbst plötzlich auftretende kältere

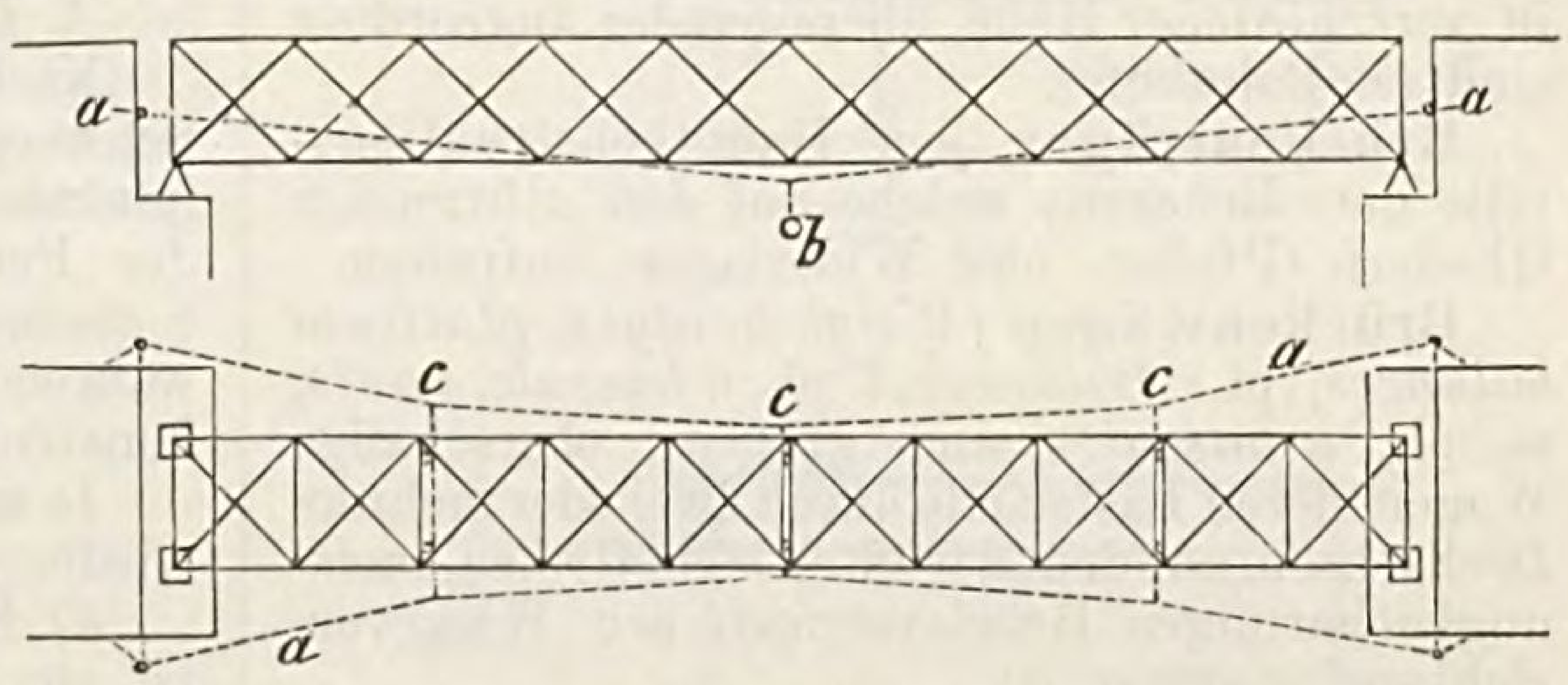


Fig. 425.

oder wärmere Windströmungen sind im stande, kleine Vertikalbewegungen in einem Träger hervorzubringen. Hiernach empfiehlt es sich, Messungen, welche längere Zeit beanspruchen, ganz zu unterlassen, jedenfalls nur bei bedecktem Himmel und ruhiger Luft vorzunehmen. Während und nach vollzogener Belastung werden alle Konstruktionsteile und Verbindungen einer eingehenden Besichtigung unterzogen,

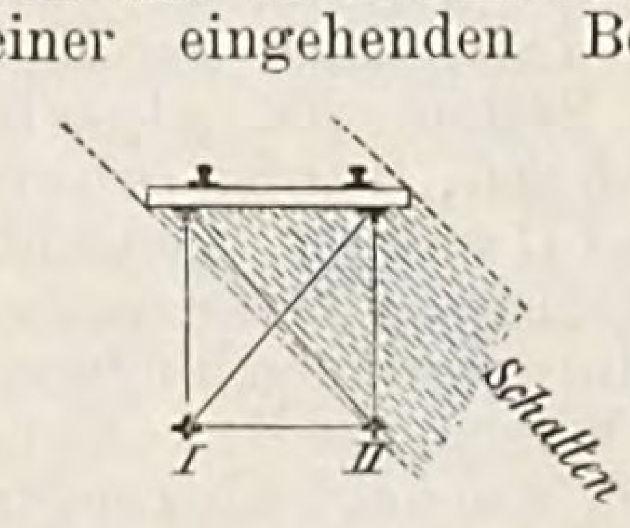


Fig. 426.

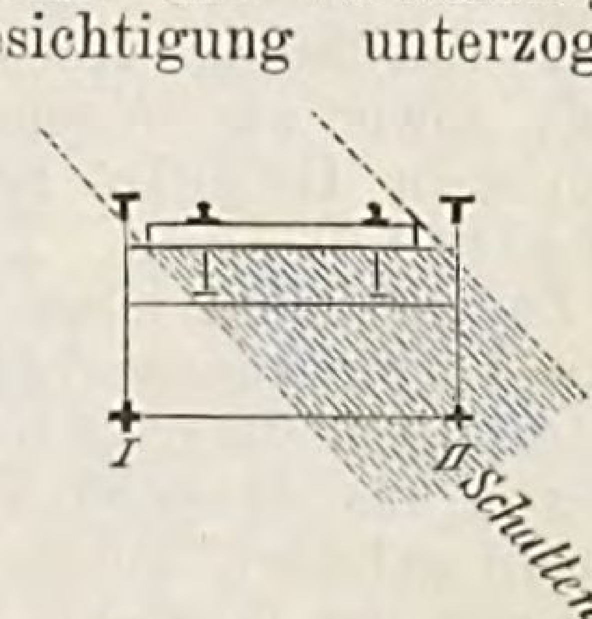


Fig. 427.

um allenfalls sichtbare Mängel in der Ausführung, ungewöhnliche Spannungszustände oder Lockerungen sofort in dem über den ganzen Gang der Erprobung aufzustellenden Protokoll verzeichnen und eine sofortige Abstellung dieser Mängel veranlassen zu können.

Der Probebelastung wohnt der Besteller, bezw. ein Vertreter der vergebenden Behörde und der Unternehmer oder ein Vertreter desselben bei, welche alle das vorerwähnte Pro-

tokoll unterzeichnen. Die Kosten der Probebelastung trägt gewöhnlich der Besteller, manchmal der Unternehmer, je nach dem bei der Vergebung aufgestellten Übereinkommen. Wurden bei Besichtigung der Konstruktion keine Mängel gefunden, oder sind die gefundenen beseitigt worden, was nötigenfalls durch eine zweite Probebelastung nachzuweisen ist, so steht der vollen Inbetriebsetzung des über die Brücke führenden Gleises nichts mehr im Weg. Die Abrechnung mit dem Unternehmer erfolgt dann gewöhnlich sofort; jedoch wird eine bereits bei Vergebung der Lieferung zu stellende Kaution von 5—10% der ganzen Accord-, bezw. der Voranschlagssumme gewöhnlich ein Jahr, in manchen Fällen bis drei Jahre zurückbehalten. Nach Ablauf dieser Zeit findet die zweite (End-) Untersuchung statt, welche, wie vorher, in einer Besichtigung der Konstruktionsteile, sowie des Anstrichs besteht. Bei günstigem Ausfall derselben wird die Gewährsumme freigegeben und damit der Lieferant jeder weiteren rechtlichen Haftbarkeit entbunden. Ebert.

Brückenstation oder Treppenstation (seltener Turmstation), eine besondere Art von Kreuzungsbahnhöfen, bei welchen an der Überkreuzungsstelle zweier Bahnen deren Stationen in verschiedener Höhe übereinander angeordnet sind (s. Bahnhöfe).

Brückenträger, jene Hauptkonstruktionsteile der Brücken, welche auf den stützenden Gliedern (Pfeiler- und Widerlager) aufruhen.

Brückenwagen (*Weigh-bridges, platform balances*, pl.; *Balances*, f. pl., *à bascule, ponts*, m. pl., *à bascule*) sind größere, oberschalige Wagen, deren Lastschale durch zwei oder mehrere Drehachsen auf den darunter befindlichen, meist ungleicharmigen Hebelsystemen der Wiegevorrichtung gestützt ist.

Die Notwendigkeit der Gewichtsbestimmung solcher Körper, welche wegen ihres Umfangs zwischen den Schnüren oder Ketten der Wagen mit hängender Lastschale nicht eingebracht werden können, führte zur Konstruktion der ebenen, horizontal gelagerten, nach oben vollständig freien Lastschale, auch Platte, Oberschale, Tafelbrücke genannt.

Jene Vorrichtungen, welche zum Gewichtsvergleich dienen, und mit derartigen, nach oben vollständig freien Lastschalen versehen sind, sowie aus einem System von gleicharmigen Hebeln bestehen, werden oberschalige Wagen, Tafelwagen genannt.

Zur Erzielung eines größeren Übersetzungs-, bezw. Verjüngungsverhältnisses werden hingegen die größeren derartigen Wagen, die Brückenwagen aus einem System von ungleicharmigen Hebeln gebildet, welche sich hiedurch zur Ermittlung des Gewichts größerer Lasten besser eignen.

Sowohl in Deutschland als auch in Österreich ist dieses Verjüngungsverhältnis zwischen „Gewicht" und „Last" gesetzlich geregelt, und zwar sind nur die Verjüngungsverhältnisse von 1: 10 und 1: 100 zulässig; hiernach werden die Brückenwagen unterschieden in Decimalwagen, welche meist übertragbar sind, und in feststehende, stabile Centesimalwagen.

Nach der Art der Verwendung unterscheidet man Straßenwagen, Viehwagen, Gleiswagen, Lokomotivbrückenwagen u. s. w.

Nach der Art und Weise des Vorgangs bei der Gewichtsermittlung werden sowohl die B. als auch alle übrigen Wagen unterschieden in Gewichts- und Neigungswagen.

Eigentliche Gewichtswagen sind Wagen, bei welchen zur Herstellung des Gleichgewichts zwischen Last und Gewicht eine Summe von behördlich geaichten Gewichten verwendet wird; charakteristisch für diese Gewichtswagen ist auch die Eigenschaft derselben, daß sie für alle Lasten nur eine bestimmte Gleichgewichtslage des Gewichtshebels besitzen, nämlich die horizontale. Mit Bezug auf letztere Charakteristik sind hieher auch die Laufgewichtswagen zu zählen, bei welchen die Gewichtsschale und die Summe von einzelnen Gewichten durch eine sogenannte römische Wage ersetzt ist, d. i. durch einen ungleicharmigen Skalahebel mit einem darauf verschiebbaren Laufgewicht.

Neigungswagen sind Wagen, bei welchen die Gleichgewichtslage in verschiedenen, den einzelnen Lasten entsprechenden Hebelstellungen, Zeigerlagen erfolgt, so daß nun durch diese verschiedenen Zeigerstellungen, ohne Aufbringung eines geaichten Gewichts, das Gewicht der aufgebrachten Last angezeigt wird.

A. Gewichtswagen.

Nachdem bei oberschaligen Wagen der Schwerpunkt der Last stets oberhalb der Stützpunkte der Lastschale liegt, so bildet die Art der Parallelführung der Lastschale (die stete Sicherung der horizontalen Lage der Lastschale während der Gewichtsermittlung) ein wesentliches konstruktives Merkmal.

Je nach der Lösung dieser Bedingung werden wieder unterschieden:

a) Parallelogrammwagen. In Fig. 428 ist ein Schema einer solchen Wage dargestellt, bei welcher S die mit dem Glied BD des Parallelogramms $BCED$ fest verbundene Lastschale ist, während sich in A die hängende Gegengewichtsschale befindet. Das Glied CE ist das als fest zu betrachtende Gestell der Wage; diesem bleibt BD stets parallel und sohin auch die Ebene der Schale stets horizontal.

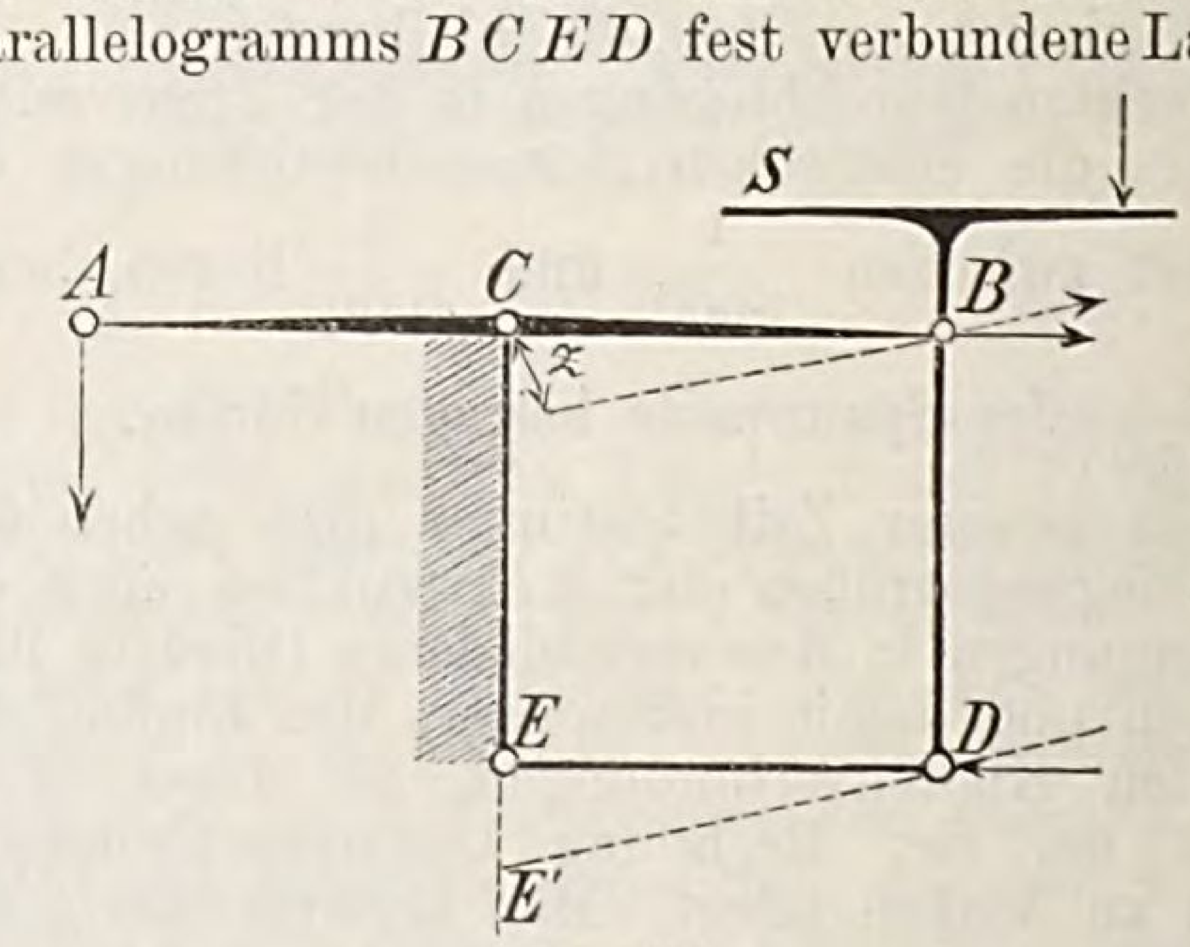


Fig. 428.

Zu den Parallelogrammwagen gehört insbesondere die in Frankreich sehr verbreitete Wage von George, Fig. 429, bei welcher von dem in Fig. 428 dargestellten Princip insofern abgewichen ist, als die Glieder EF und GH des Parallelogramms nur zur Parallelführung dienen und Beanspruchungen von horizontaler, genau bestimmter Richtung erhalten, während eine besondere Zugstange BK zur Übertragung der Last auf den Punkt B des ungleicharmigen

Hebels (Potenzhebels) BCA dient. Wegen der genauen Parallelführung ist auch hier die Empfindlichkeit der Lage von der Last unabhängig, so daß man annehmen kann, die Last wirke genau in Punkt K. Bei der George'schen Wage ist das Verhältnis der Längen EF und

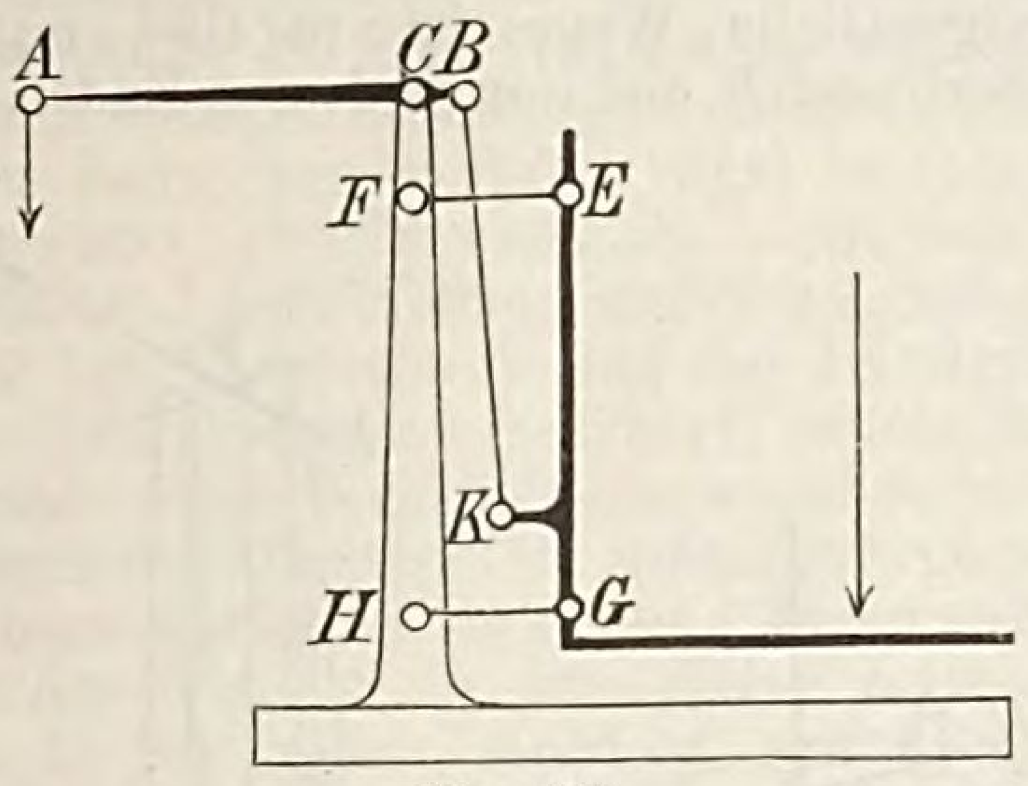


Fig. 429.

BC ziemlich willkürlich, nur ist es zweckmäßig, die Entfernung EG möglichst groß zu wählen, weil der auf EF und GH kommende Zug und Druck dieser Entfernung indirekt proportional ist.

Ferner gehört hierher die Pfitzer'sche Patentwage, welche von der vorstehend beschriebenen Wage nur äußerlich verschieden ist, und bei welcher die Lastschale über der ganzen Hebelvorrichtung liegt. Bei der in Fig. 430 dargestellten Parallelogrammwage, welche sehr viel

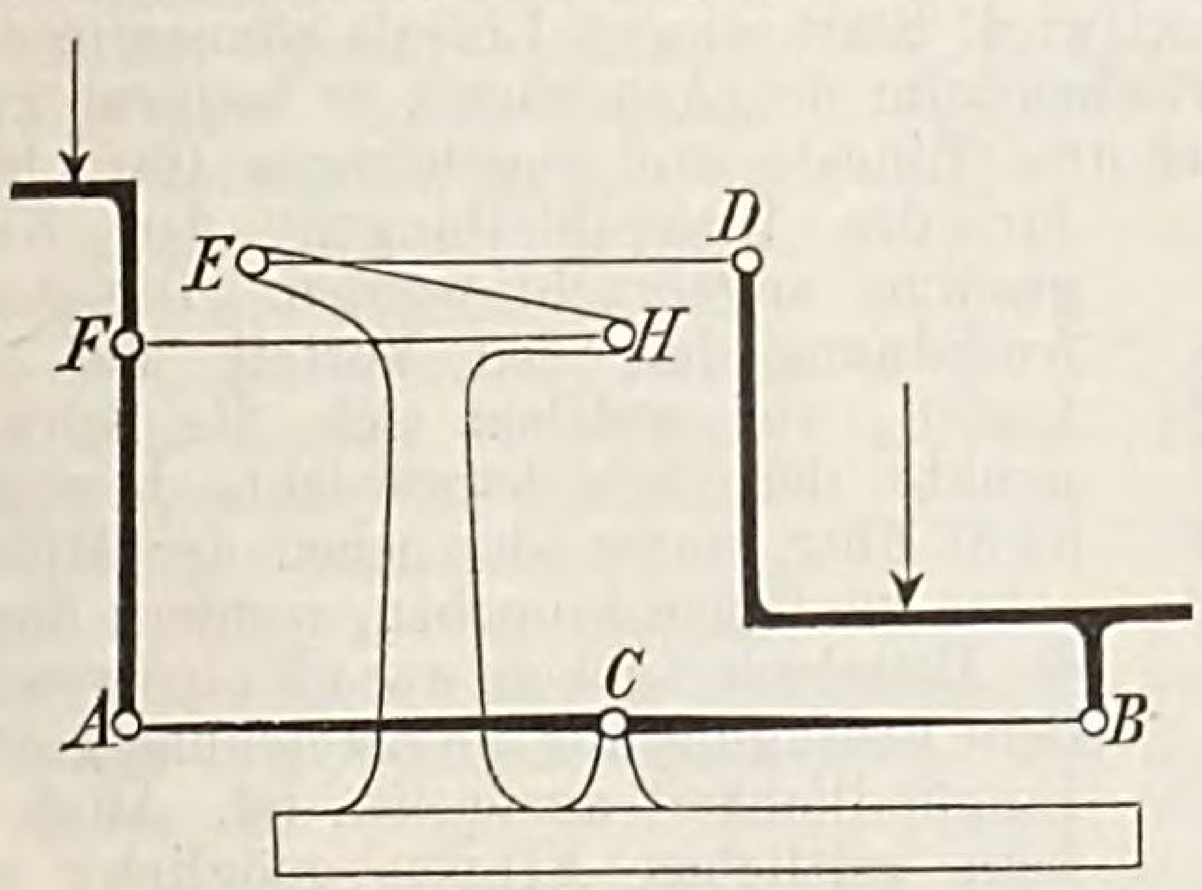


Fig. 430.

Ähnlichkeit mit der Roberval'schen Wage besitzt, ist der Wagebalken ACB nach unten, und sind weiters die Parallelstreben FH und ED nach oben gelegt; ferner ist hier, abweichend von den früher beschriebenen Konstruktionen, zur Führung der Lastschale ein schiefwinkliges Parallelogramm angeordnet.

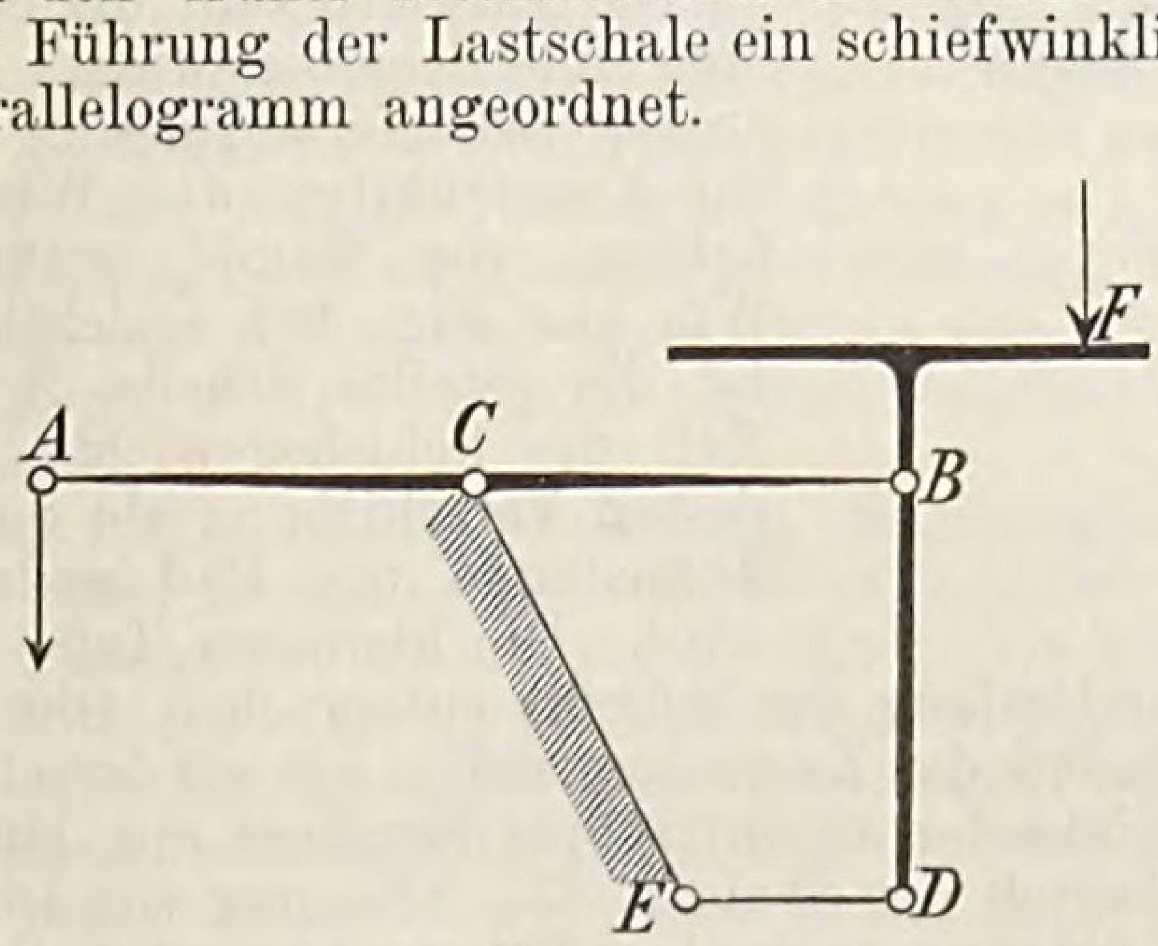


Fig. 431.

b) T r a p e z w a g e n. Das Schema einer solchen ist in Fig. 431 dargestellt und gilt im allgemeinen das früher Gesagte; diese Type ist sehr entwickelt (Doppeltrapezwagen, Potenzwagen etc.).

Unter den zahlreichen Variationen, welcher die Trapezwagen fähig sind, besitzt die in Fig. 432 dargestellte und sehr verbreitete Wage von Quintenz die größte Bedeutung. Von dieser nur durch die Lage der Lastschale verschieden, ist die von Schwilgué in Straßburg konstruierte Wage, bei welcher CB zumeist $= ED$ (s. Fig. 432) ist. Bei der in Fig. 433 dargestellten Wage von Pellenz in Ehrenfeld besteht insofern ein Unterschied gegenüber den vorherbesprochenen Trapezwagen, als die Gelenkstange BD auf Druck in Anspruch genommen wird. Weiters sind zu erwähnen die Wagen von Kuppler in Nürnberg, welche als eine Kombination der einfachen abgeleiteten Trapezwagen anzusehen sind. Wesentlich vollkommener sind die doppelschaligen Wagen von Pflanzeder, welche von der Firma Gebrüder Pfitzer in Oschatz (Sachsen)

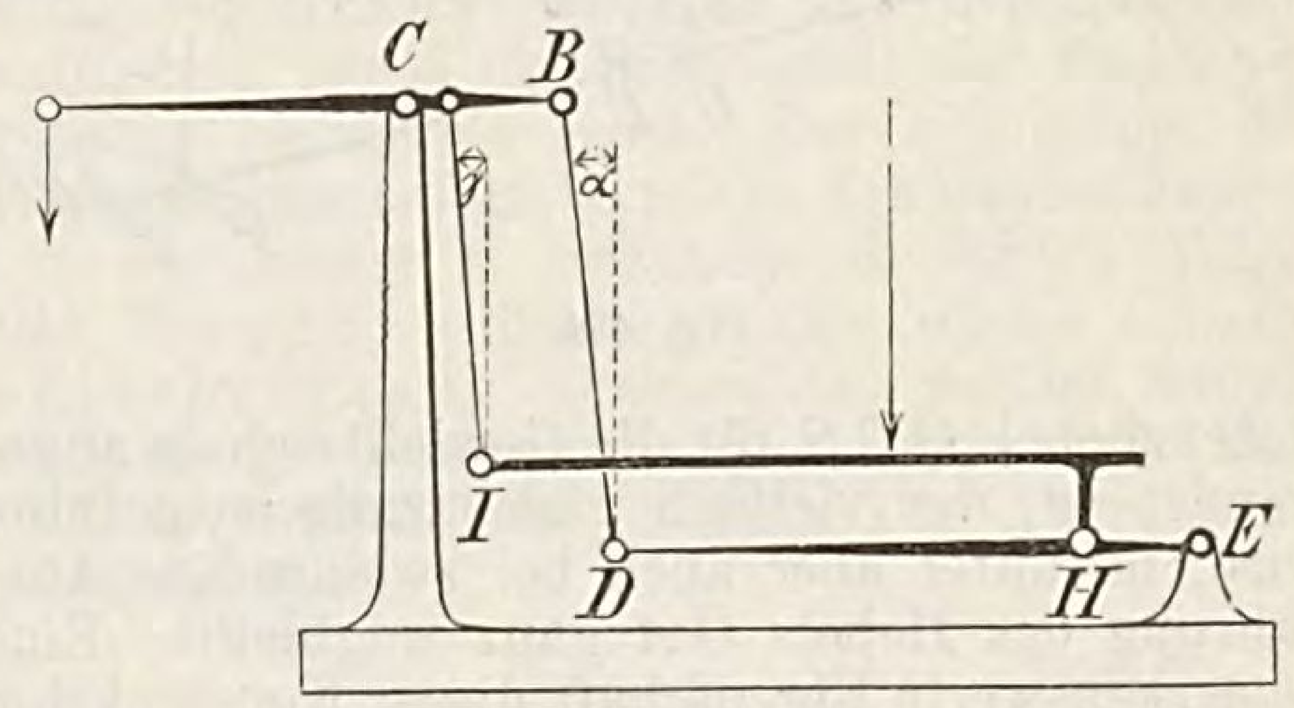


Fig. 432.

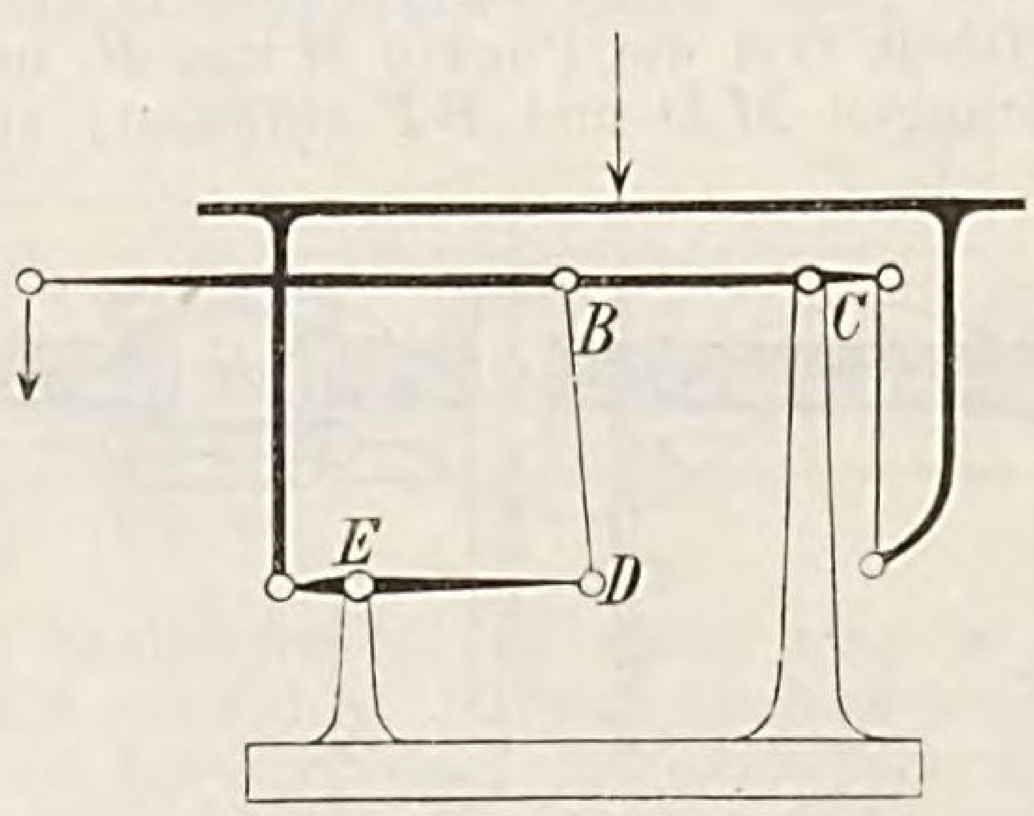


Fig. 433.

besonders ausgebildet wurden und daher zumeist auch als Pfitzer'sche Wagen bekannt sind. Ferner gehören hierher die Wagen von Béranger, deren Konstruktionsprincip auch selbständig von Hauser in Leipzig erfunden wurde, dann die in Frankreich sehr gebräuchliche Wage von Becker, welche hauptsächlich von der Firma Rollé in Straßburg ausgeführt wird.

Als Abart dieser beiden Konstruktionen, welche unparallele Drehachsen besitzen, sind:

c) d i e B. m i t g e s c h r ä n k t e n, unter 90^0 gegeneinander gestellten D r e h a c h s e n zu nennen. (Siehe schematische Fig. 434, bei welcher die Achse C senkrecht gegen die Achse F steht.) Am ähnlichsten dieser Konstruktionsart ist die Wage von Sagnier und jene von Amman, welche eigentlich eine Abänderung einer abgeleiteten Trapezwage mit Potenzhebel darstellt. Das wichtigste, hierhergehörige Beispiel ist die Wage von Rollé und Schwilgué, Fig. 435, und sind in der Darstellung die in der Regel als Dreiecke ausgeführten Haupthebel, auf denen die Brücke ruht, in einfachen Linien angedeutet. Die Achsen H und G behalten wegen der bogenförmigen Bahnen, die sie beschreiben, keine

konstante Entfernung; deshalb muß mindestens eine von beiden Achsen mit einem Gehänge versehen sein, wie bei den abgeleiteten Trapezwagen. Wäre Hebel OA mit den Hebeln EHD und CGP parallel, so würde diese Wage als Doppeltrapezwage aufzufassen sein. In Wirklichkeit stellt die Rollé'sche Wage eine Abänderung derselben vor, indem OA rechtwinklig zu EHD und CGP gerichtet und noch ein

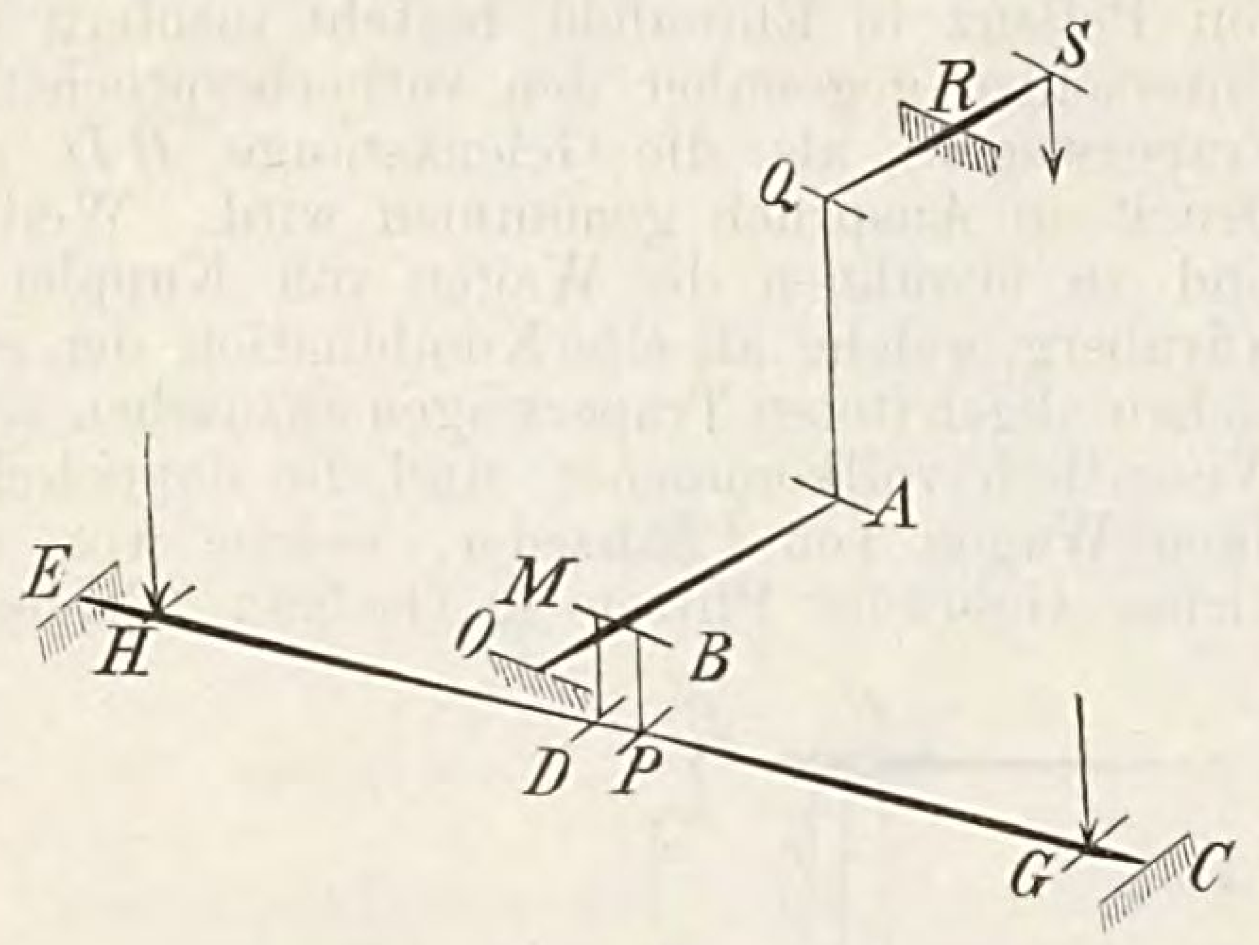


Fig. 434.

Potenzhebel QRS für die Gewichtsschale angewendet ist, der vielfach gleicharmig ausgeführt wird, mitunter aber auch bei zweiarmiger Ausführung des Hebels OA ganz wegbleibt. Eine bemerkenswerte Eigenschaft dieser Konstruktion ist ferner, daß selbst bei erheblichem Ausschlag des Hebels OA die Punkte M und B, in denen die Stangen MD und BP anfassen, sich um genau das gleiche Maß heben oder senken. Das Gleiche gilt folglich auch für die Achsen G und H, in denen die Brücke getragen wird, so daß diese also wirklich genau parallel geführt erscheint. Weiters gehören hierher noch die Wagen von Pflanzeder, Herrmann in Berlin, Schönemann u. a. m.

Bei vielen Gattungen dieser Wagen werden Einrichtungen mit Laufgewichten angewendet, von denen die wesentlichsten von Juliard Duniall in Le Mans, von Jean B. Bassié und Chameroy in Paris stammen.

Bei der Konstruktion Duniall Fig. 436, hat die Mittelachse C die Gestalt eines Bügels, durch welchen sich das Laufgewicht H frei nach beiden Seiten des Balkens bewegen kann. Die eigentliche Wage ist parallel mit dem Schieberlineal B und nur an dessen Enden durch

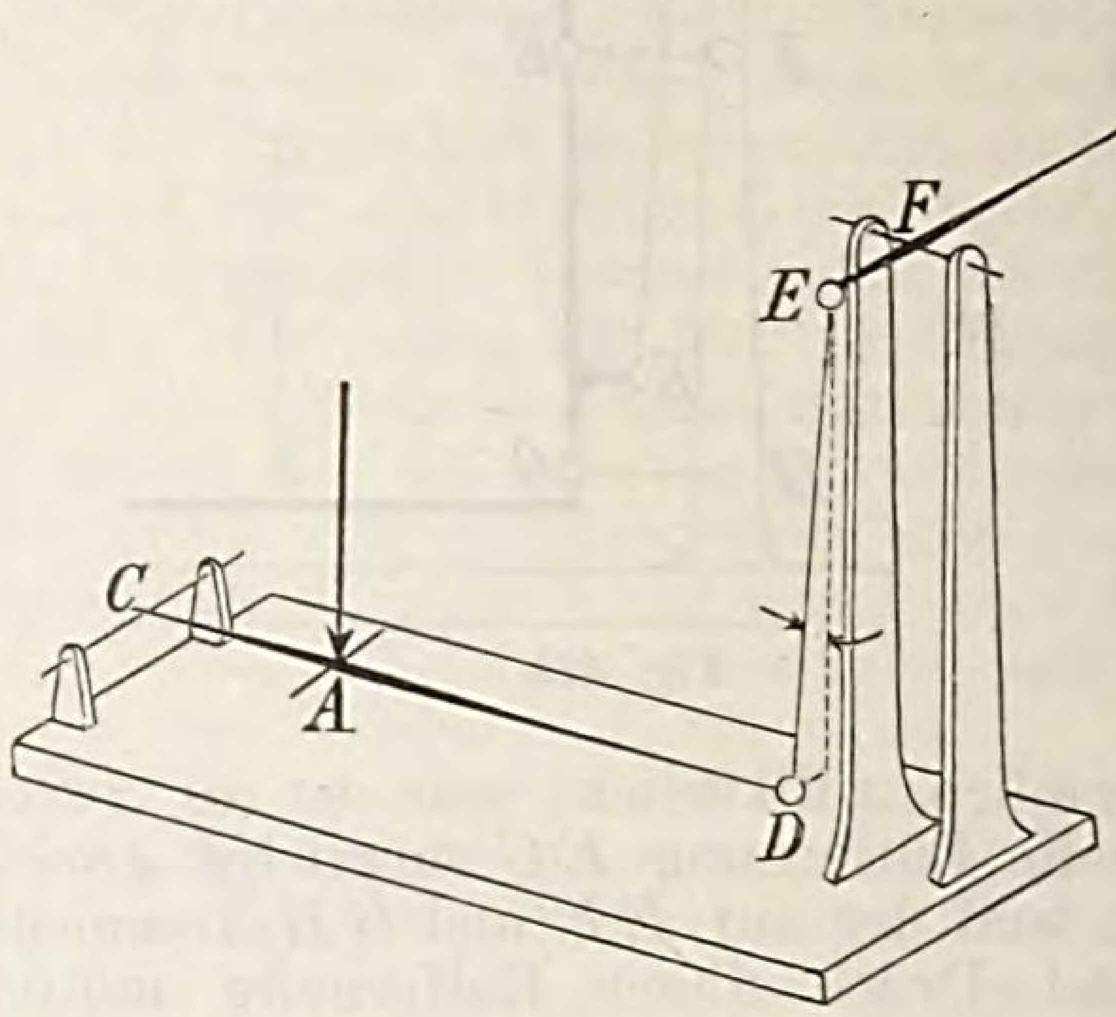


Fig. 435.

Querstege verbunden. An dem Wagebalken greift die Last T an, während das ebenfalls in einer Schneide angehängte Tariergewicht L dem Schiebergewicht das Gleichgewicht hält, wenn letzteres auf den links befindlichen Nullpunkt gerückt wird. Statt e i n e s Lineals können in dem Zwischenraum des Achsbügels C bequem zwei oder drei Lineale mit zugehörigen Gewichten für die Unterabteilungen der Kilogramme angebracht werden. Die ganze Anordnung hat den Vorteil, daß die Linien, auf welchen sich die Schwerpunkte der Schiebergewichte bewegen, nicht über, unter oder neben der Mittelachse zu liegen brauchen, sondern durch die Mittelachse gehen, was als eine wesentliche Bedingung für die Erreichung großer Empfindlichkeit anzusehen ist. Auch ist kein seitliches Kippen möglich, was leicht eintreten kann, wenn das Lineal neben der Achse liegt; die Tarierung geschieht mit Schrotkörnern, die man in einen verschließbaren Becher des Tariergewichts L giebt.

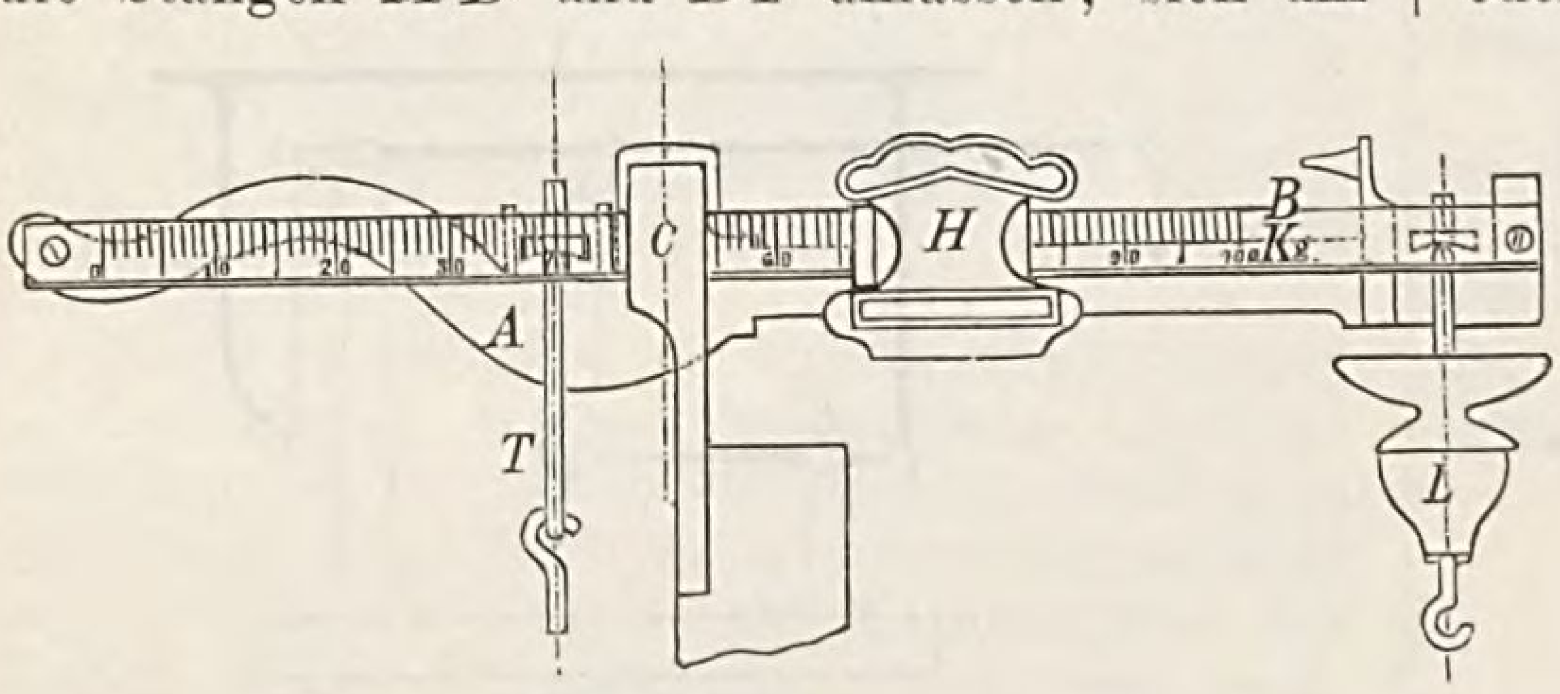


Fig. 436.

Die Schwierigkeit, die Stellung eines Schiebegewichts mit großer Schärfe abzulesen, hat zur Konstruktion des Wiegebalkens von Bassié geführt. Wie aus Fig. 437 ersichtlich, ist die geteilte Scheibe A ein Teil des Schiebegewichts, bei dessen Verschiebung sie durch Zahnstange und Rad gedreht wird. Die kleinsten Teile auf dem Umfang der Scheibe entsprechen 100 kg, während das Zusammentreffen der auf derselben gezeichneten excentrischen Strahlen mit einem Teilstrich der Skala B die Ablesung von 10 kg und Schätzung einzelner Kilogramme ermöglicht.

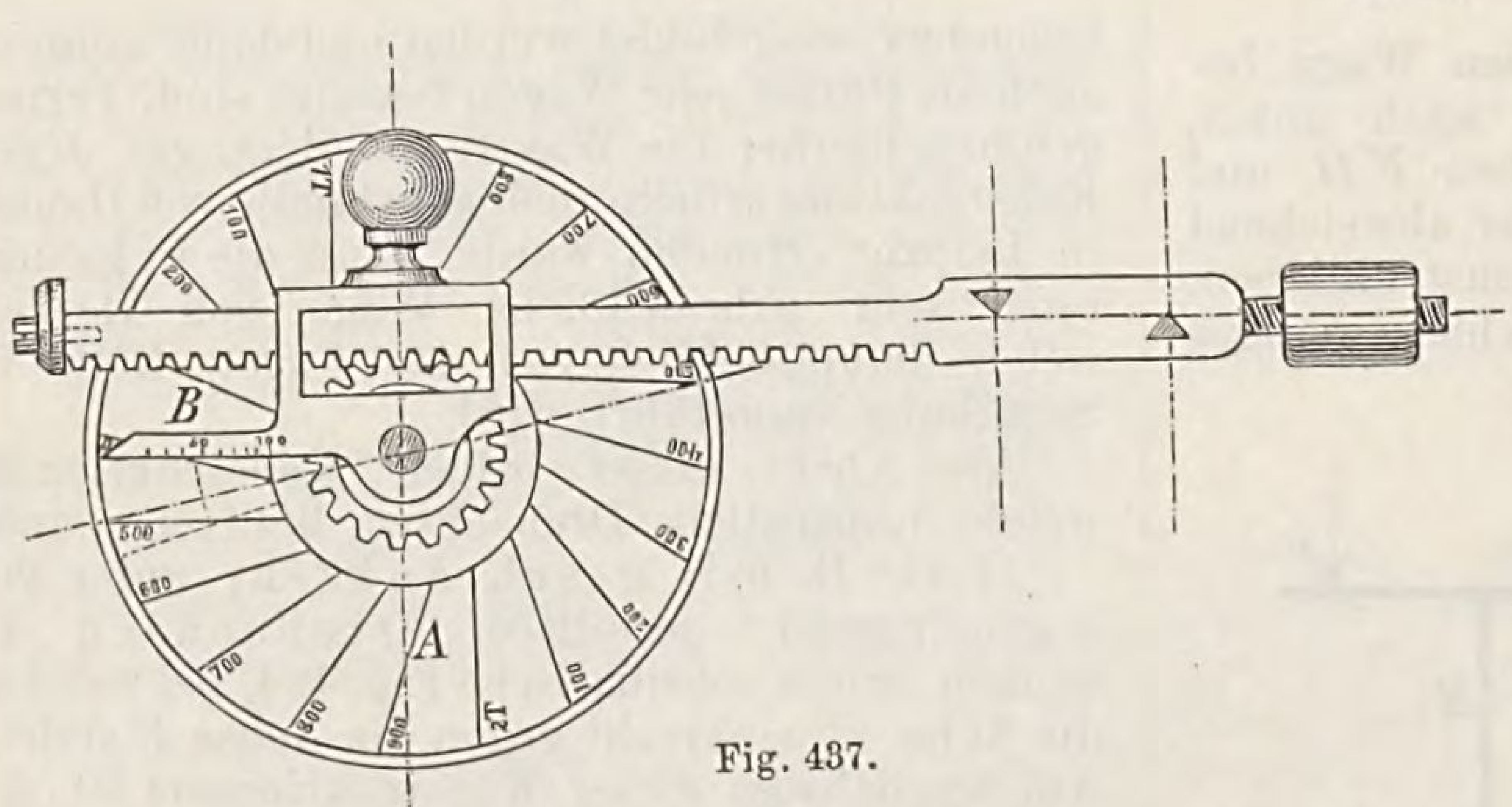


Fig. 437.

Eine sehr interessante und für B. auch sehr praktische Einrichtung ist jene von Chameroy (Paris), bei welcher das Wägeresultat im Augenblick des Einspielens fixiert wird. Dieses Ziel

wird dadurch erreicht, daß durch die Teile des Schiebergewichts und den Wagebalken, eine von deren gegenseitiger Stellung abhängige Ziffer aus Reliefzahlen zusammengestellt wird, welche das der betreffenden Stellung entsprechende Gewicht ausdrückt und durch einen einfachen Excenterdruckapparat auf ein Billet abgedruckt werden kann. In Fig. 438 ist diese Vorrichtung mit einem einzigen Schiebergewicht *G* dargestellt. Das zu bedruckende Billet wird — nachdem das Gewicht richtig einspielt — in den über der Platte *J* befindlichen Schlitz geschoben und mittels des Excenters *K* und des Handgriffs *L* gegen die Reliefzahlen gedrückt, welche auf der Unterseite des Wagebalkens angebracht sind. Nachdem der Handgriff *L* zurückbewegt wurde, zieht man das Billet heraus und findet auf demselben das Gewicht in der Weise verzeichnet, daß z. B. bei einem Gewicht von 65 kg die Zahl 6 mit daneben befindlichem Strich neben dem mit 5 bezeichneten Teilstrich der Billetskala aufgedruckt erscheint. Es erklärt sich dies sehr einfach dadurch, daß auf dem Balken nur je 10 kg durch eine Ziffer bezeichnet sind, welche je nach der Stellung des Gegengewichts an verschiedenen Stellen des Billets zum Abdruck kommen können. Soll ein auf einzelne Kilogramme genaues Resultat auch bei größeren Gewichten, z. B. 20 000 kg erzielt werden, so finden mehrere Schiebergewichte Anwendung, deren Stellung durch eingeschnittene Kerben mittels Federklinken genau präcisiert werden kann. Um die Möglichkeit, in betrügerischer Absicht eine falsche Zahl auf ein Billet drucken zu können, auszuschließen, hat Chameroy ferner eine Einrichtung konstruiert, welche bezweckt, daß das Billet nur dann bedruckt werden kann, wenn die Wage richtig einspielt.

(Näheres über die in den Figuren 428—438 beschriebenen Konstruktionen siehe: Die Konstruktion der Wage von Ernst Brauer, Weimar 1887, aus dessen Atlas auch die nebenstehenden Figuren entnommen sind.)

Außer den bis nun beschriebenen transportablen B. (Decimalwagen), welche gewöhnlich für eine Tragfähigkeit von 100—1500 kg eingerichtet sind, und insbesondere für den Stückgüterverkehr bei Eisenbahnen Verwendung finden, kommen aber auch beim Eisenbahnbetrieb stabile Brückenwagen, sogenannte Centesimalwagen, mit den mannigfachsten Einrichtungen vor, und zwar:

1. als Straßenfuhrwerkswagen mit einer Tragfähigkeit von 3000—10 000 kg, einer Länge von 5,0 m und einer Breite von 2,2 m.

2. als Gleis- oder Waggonwagen, und zwar:

a) mit unterbrochenen Stationsgleisen und einer Tragfähigkeit von 20 000—25 000 kg, einer Länge von 5,0 m und einer Breite von 2,2 m;

b) mit nicht unterbrochenen Stationsgleisen, Laufgewicht und Selbstregistriervorrichtung, und einer Tragfähigkeit von 20 000 kg, bei einer Länge von 5,4 m, bezw. 25 000 bis 30 000 kg, bei einer Länge von 6,0 m.

3. Lokomotivbrückenwagen, welche dazu verwendet werden, um den auf jedem einzelnen Lokomotivrad lastenden Druck möglichst genau zu bestimmen und die Federspannung an der Lokomotive so zu regulieren, damit das Gesamtgewicht der Maschine in entsprechender Weise auf die einzelnen Räder verteilt wird. Solche Wagen kommen selbstverständlich in geringerer Anzahl wie die sub 1 und 2 bezeichneten zur Ausführung.

Bei den Straßenfuhrwerkswagen liegt die Oberfläche der Brücke der Wage im Straßenniveau so, daß die Fahrzeuge zur Gewichtsermittlung unmittelbar auf die Brücke auffahren.

Bei den Gleiswagen mit unterbrochenen Stationsgleisen wird in ähnlicher Weise die Brücke der Wage in das Stationsgleis so eingelegt, daß vor und hinter der Brücke das Gleis unterbrochen und auf die Brücke des Fahrgleises gelegt wird. Diese Konstruktionsart hat jedoch den Übelstand im Gefolge, daß alle dieses Stationsgleis passierenden Vehikel (gleichgiltig, ob selbe abgewogen werden sollen oder nicht) die Wagebrücke passieren müssen, wodurch die Wiegekonstruktion belastet und deren Dauerhaftigkeit, sowie die Richtigkeit der Wage ungünstig beeinflußt wird. Zur Schonung des Wiegemechanismus wurde in den letzten Jahren von der Firma C. Schember & Söhne, Wien, eine Waggonbrückenwage ohne Gleisunterbrechung konstruiert, welche hauptsächlich in Österreich, in neuester Zeit aber auch in Deutschland vielfach zur Ausführung gebracht wird.

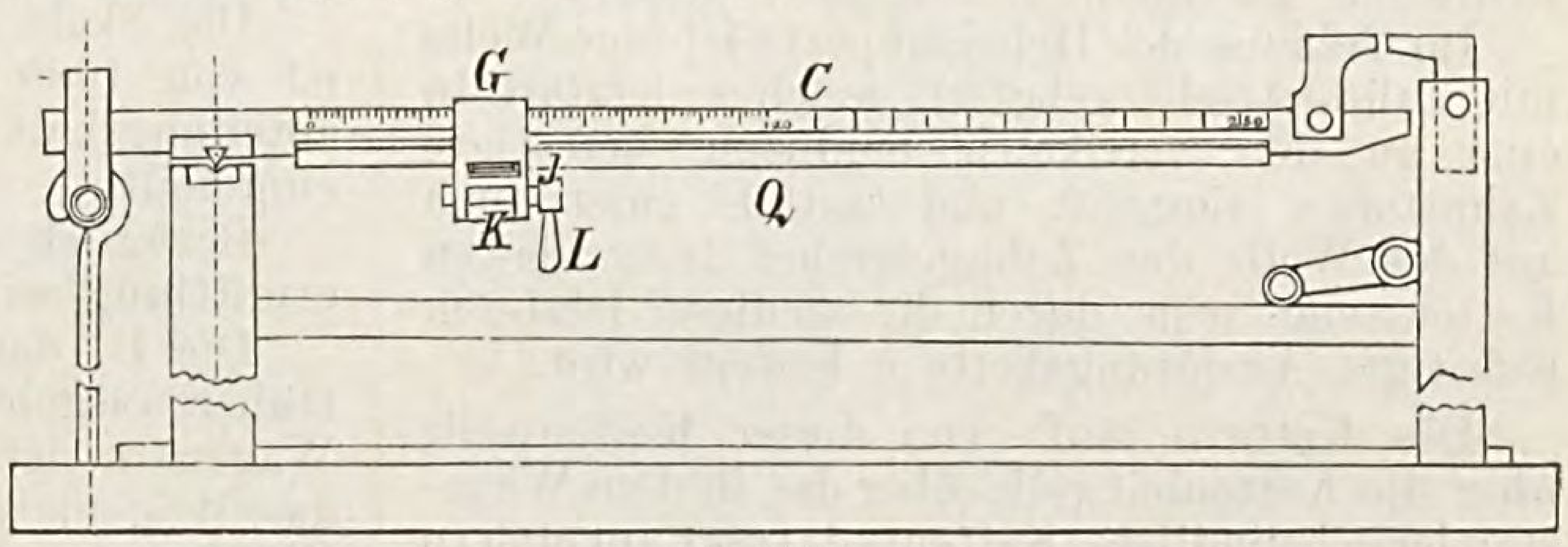


Fig. 438.

Im nachstehenden soll diese neueste Konstruktion mit nicht unterbrochenem Fahrgleis, Laufgewicht und Registriervorrichtung, welche in Tafel XII, Fig. 1 *abc*, dargestellt ist, besprochen werden, wobei auch gleichzeitig die für die Einrichtung der sonstigen B. wesentlichen Principien berührt werden sollen. Wie bereits hervorgehoben wurde, werden die Stationsgleise durch die Lastschale (Brücke) der Wage nicht unterbrochen; zu dem Behuf ist die Brücke zwischen den Fahrschienen der Stationsgleise eingebaut und trägt dieselbe separate, 40 mm unter der Oberfläche der Fahrschienen liegende Blockschienen (*a*). Soll nun ein Fahrzeug abgewogen werden, so muß dessen erste und letzte Achse möglichst in gleich großen Entfernungen von den nächstliegenden Enden der Blockschiene über der Brücke eingestellt werden; die Brücke wird sodann mittels der Auslösevorrichtung angehoben, wodurch die Blockschienen circa 20—25 mm gehoben werden, an die Spurkränze der Räder des abzuwiegenden Fahrzeugs angreifen und das Fahrzeug von den Fahrschienen des Stationsgleises vollständig abheben.

Hiermit ist auch die wesentlichste Neuerung, welche diese Konstruktion bietet, angedeutet.

Daß nun die auf den Schienen — hier den Blockschienen — ruhende Last mittels der Querträger *b* auf die Längsträger *c*, sowie durch

die Flaschen-Stützen (f) und -Gehänge (g) auf die Gabelhebel (i) wirkt, geht aus der Zeichnung deutlich hervor.

Die Brücke der Wage, welche auf den Gabelhebeln aufruht und stets leicht abgehoben werden kann, besteht sonach aus den Längsträgern, Querträgern, der Bedielung, den Fahrschienen und den Flaschenstützen.

Die Gabelhebel sind nun wieder einerseits mittels der unteren Gabelsupporte h auf das Mauerwerk gestützt und belasten durch Vermittlung der Gabelgehänge l den eigentlichen Wiegehebel, Übertragungshebel k. Dieser Übertragungshebel besitzt wieder eine feste Stütze durch den Hebelsupport m und überträgt mittels der Hebelzugstange n die Lastwirkung auf den Gewichtshebel (hier Laufgewichtshebel, Zeigerbalken r).

Die Ermittlung des Gewichts der Last geschieht durch Verschiebung des Laufgewichts s auf den mit einer Skala versehenen Zeigerbalken.

Um nun die bereits erwähnte Hebung, resp. Senkung der Brücke durchführen zu können, ist der Übertragungshebel k am Mauerwerk nicht unverrückbar festgelagert. Der Hebelsupport ist nämlich mit einem vertikal beweglichen Schlitten versehen, in welchem der Übertragungshebel gelagert ist. Die Bewegung des Schlittens geschieht in folgender Weise:

Im Gehäuse des Hebelsupports ist eine Welle mit Zahngetriebe gelagert, welches letztere in eine an den vertikalen Schlitten befestigte Zahnstange eingreift und mittels einer auch auf der Welle des Zahngetriebes festgekeilten Kettenwelle, resp. durch die an dieser letzteren befestigte Auslösungskette o bewegt wird.

Die Kette o läuft von dieser Kettenwelle über die Kettenleitwelle über das in dem Wageständer p befindliche Kettenrad, trägt am andern Ende das Gegengewicht q und erhält ihre Bewegung durch die im Ständer p gelagerte Räderübersetzung und den Kurbelantrieb.

Die Übersetzung und Ausbalanzierung ermöglicht es, daß ein Mann mittels weniger Umdrehungen und einem geringen Kraftaufwand die belastete Brücke aufzuwinden und die Ermittlung des Gewichts durchzuführen vermag.

Ist das Gewicht der Last ermittelt, so wird die Brücke zunächst soweit abgelassen, bis die Waggonräder auf den Schienen des Stationsgleises ruhen, die Blockschienen, die Spurkränze der Räder nicht mehr berühren, die an den Längsträgern der Brücke angebrachten oberen Consupporte d auf den unteren Ruhestützen e aufliegen und auch die Messer und Pfannen der Flaschen f, g sowie der Gabelhebel i außer Berührung sind.

Zur möglichsten Verhütung des Befahrens der Wage im aufgewundenen Zustand ist die eben beschriebene Auslösevorrichtung der Wage mit einer optischen Signalvorrichtung versehen, welche automatisch im aufgewundenen Zustand das Signal „Verbot der Fahrt“, und im abgelassenen Zustand „Erlaubte Fahrt“ zeigt.

Zur thunlichsten Schonung des Wiegemechanismus ist weiters auch die Arretierungsvorrichtung t angebracht, welche dazu dient, der freispielenden Wage, d. i. der von den Stützen abgehobenen Brücke die Möglichkeit benehmen zu können, vertikale Schwingungen durchzuführen; dies geschieht durch Sperrung, Festhalten des Wiegebalkens, Zeigerbalkens r.

Die Details des Zeigerbalkens, Laufgewichtsbalkens und der Registriervorrichtung samt Registrierkarte sind in Tafel XII, Figur 2 a, b separat dargestellt.

Bei einer richtig austarierten und nicht belasteten B. stehen im ausgelösten und nicht arretierten Zustand die horizontalen Zungen c und d des fixen unbeweglichen und des am Laufgewichtsbalken befestigten Zeigers einander direkt gegenüber. Diese Stellung tritt aber nur dann ein, wenn erstens die Schneide des auf der oberen Fläche des Wagbalkens gleitenden Handgriffs b des Laufgewichts in der Einkerbung Null des Wagbalkens A eingeklinkt und zweitens der im Laufgewicht B verschiebbare Unterabteilungsbalken a so eingestellt ist, daß dessen Teilung Null mit dem am Laufgewicht befindlichen Zeiger korrespondiert.

Sollten unter diesen Voraussetzungen die beiden Metallzeiger c und d nicht richtig einspielen, so ist durch Bewegung der am rückwärtigen Hebelende vorhandenen Tariermutter i die notwendige Richtigstellung des Tariergewichts D herbeizuführen.

Diese Stellung des Laufgewichts und des Unterabteilungsbalkens ist die normale Ruhelage, welche nach jeder einzelnen Abwage herzustellen ist.

Die Skala auf dem Laufgewichtsbalken A ist von 1000 zu 1000 kg geteilt, der Unterabteilungsbalken a ist in 200 Teile von je 5 kg eingeteilt.

Bezüglich des Vorgangs bei der Gewichtsermittlung wird bemerkt:

Die B. darf unter allen Umständen nicht früher ausgelöst werden, bis der abzuwiegende Wagen in der vorher besprochenen Weise auf das Wageplateau gebracht wurde. Wenn der Wagen seine Stellung erhalten hat, wird zuerst die Wage mittels der Auslösevorrichtung abgelassen, alsdann der Handgriff b des Laufgewichts gehoben, und das Laufgewicht B bis zur mutmaßlichen Gewichtsziffer des abzuwiegenden Fahrzeugs vorgeschoben. Hierauf erst wird die Balkensperre M geöffnet, wodurch dem Laufgewichtshebel ein freies Spiel gestattet ist.

Durch die gleichzeitige Ausübung eines Drucks auf die Zeiger c und d wird beiläufig ermittelt, inwieweit die frühere provisorische Einstellung des Laufgewichts richtig war oder nicht; alsdann wird der Handgriff b des Laufgewichts aufgehoben und letzteres verschoben, bis sich der Gewichtshebel A so einstellt, daß die Zeiger c und d einander gegenüberstehen, worauf das Laufgewicht soweit zurückgeschoben wird, daß die Schneide von b in die vorhergehende Einkerbung des Wagebalkens einfällt.

Die bei der so fixierten Einkerbung stehende Ziffer ist die Tausenderziffer des Gewichts des Fahrzeugs.

Nach Feststellung des Handgriffs b in der Einkerbung wird der Unterabteilungsbalken a aus der Nullstellung soweit vorgeschoben, bis die Metallzeiger c und d vollständig horizontal einspielen, worauf dann der Laufgewichtsbalken durch die Zuhaltung m arretiert und die Registrierung des Gewichts durchgeführt wird.

Bei der Verwendung der Registrierkarte ist zu beachten, ob es sich um die Abwage eines

leeren oder eines beladenen Wagens handelt, indem die Registrierkarte dementsprechend mit der einen oder anderen Schmalseite in den horizontalen Schlitz *m* des Laufgewichts eingeführt werden muß. Nachdem die Karte so tief wie möglich hineingesteckt wurde, wird der vertikal herabhängende Druckhebel *n* mit mäßiger Kraft angezogen.

Hierbei erfolgt die Registrierung des Gewichts auf der Karte, und zwar durch das Anpressen der Karte an die auf den unteren Flächen des Laufgewichtsbalkens *A* und des Unterabteilungsbalkens *a* befindlichen Stahlziffern; nach Zurücklegung des Druckhebels kann die Registrierkarte wieder herausgenommen werden.

Das Gewicht des Fahrzeugs wird auf der Registrierkarte in der Weise ersichtlich, daß die Anzahl der Tausend- und Hundertkilogramme in Ziffern, die Zehner und eventuell Einheiten durch einen eingepreßten Strich angegeben erscheinen.

Die Registrierkarten sind auch mit einem Überblatt versehen, so daß dieses Überblatt und die Karte gleichzeitig markiert werden.

Ist das Gewicht ermittelt, so werden die Laufgewichte in ihre normale Lage zurückgebracht und das Brückenwageplateau mittels der Auslösung langsam abgelassen.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Brückenwagekonstruktion im abgelassenen Zustand den Zugsverkehr in keiner Weise behindert, und daß die das betreffende Gleis passierenden Fahrzeuge keine Stöße auf den in der Ruhelage befindlichen Wiegemechanismus ausüben können, wodurch die Dauerhaftigkeit, Richtigkeit und Empfindlichkeit der Wage in weitgehendster Weise gesichert erscheint.

Den gleichen Zweck, nur auf Grund anderer Konstruktionsprincipien verfolgt auch die aus Amerika stammende, in den letzteren Jahren insbesondere in Ungarn in größerem Umfang angewendete Fairbanksbrückenwage (Tafel XII, Fig. 3 *a, b, c, d*) mit unterbrochenem Fahrgleis.

Während die Hebel der früher besprochenen Konstruktion aus Schweißeisen gebildet sind, sind die Hebel der Fairbanksbrückenwage aus Gußeisen hergestellt. Die Verwendung von Gußeisen für diese wichtigen Bestandteile ist zulässig, da diese B. die Einrichtung besitzen, daß alle Hebelteile der Konstruktion durch entsprechende Auf- und Vorhängungen frei schwingen und somit Stoßwirkungen der über die B. verkehrenden Fahrzeuge nicht aufnehmen.

Diese Einrichtung bedingt einerseits die elastische Bewegung des Wiegemechanismus auf Holzunterlagen, aber andererseits das Befahren der B., ohne daß die Brücke festgelagert, und ohne daß die Messer der Drehachsen aus den Pfannen ausgehoben sind; thatsächlich kann diese B. sofort nach erfolgter Arretierung des Laufgewichtsbalkens, nach einfacher Sperrung des vertikalen Spiels der Brücke, von Eisenbahnfahrzeugen, selbst Lokomotiven befahren werden.

Nur ganz speciellen Eisenbahnbedürfnissen entspricht schließlich die Lokomotivbrückenwage, (Patent Schember) Tafel XII, Fig. 4 *a, b, c*. Nachdem es sich bei diesen B. darum handelt, den Druck, welcher auf jedem einzelnen Rad der Lokomotive lastet, zu bestimmen, so besteht eine derartige Wage aus sovielen (6,8 oder 10) einzelnen B., als die zu untersuchenden und zu regulierenden Lokomotiven Räder besitzen.

Diese B. müssen eine gemeinsame Auslösevorrichtung besitzen, mittels welcher alle einzelnen Brücken gleichzeitig und auch ganz gleichmäßig gehoben oder gesenkt werden. Die Konstruktion dieser Auslösevorrichtung ist im Princip ähnlich jener bereits besprochenen Einrichtung für die Schember'sche Wage; auch diese ist so konstruiert, daß ein Mann in kürzester Zeit und mit geringer Kraftanstrengung die belasteten Brücken heben kann. Nachdem einzelne dieser Brücken sehr kurz sein müssen, so bietet die Konstruktion einer vollständig stabilen, nicht kippenden Wage wesentliche Schwierigkeiten.

Schließlich wird noch in Kürze auf die gesetzlichen Anforderungen für B. eingegangen. Die Aichordnung für das Deutsche Reich vom 27. Dezember 1884 schreibt im § 60 über die „Innezuhaltenden Fehlergrenzen" vor:

Die Anforderungen, welchen eine Wage genügen muß, sind im wesentlichen:

1. Die Stabilität des Gleichgewichts, d. h. jede Wage, welche innerhalb der Grenzen, für die sie konstruiert wurde, belastet ist, muß, wenn sie durch Anstoßen mit der Hand aus ihrer Gleichgewichtslage gebracht wird, nach einigen Schwingungen wieder in dieselbe zurückkehren.

2. Die Empfindlichkeit, d. i. die Fähigkeit der Wage, die darauf gewogenen Gewichte noch bis zu genügend kleinen Bruchteilen der Gewichtseinheit meßbar zu machen.

3. Übereinstimmung wiederholter Abwagen. Hierbei ist keineswegs eine mathematische Übereinstimmung der einzelnen Wägungen ein und derselben Last mit ein und derselben Wage samt Gewichten gedacht, wohl aber müssen die etwaigen Differenzen jedenfalls innerhalb der vorgeschriebenen Empfindlichkeitsgrenzen liegen.

Namentlich wichtig ist dabei der Umstand, daß die Angabe der Wage durch Verschiebung der Last oder der Gewichte auf der Brücke nicht beeinflußt werden darf.

4. Die Wage muß stets richtig sein, dieselbe muß durch ihre Konstruktion und Ausführung auch die Erhaltung der im neuen Zustand vorhandenen Eigenschaften verbürgen und darf namentlich keine Einrichtungen zu Korrektionen besitzen, durch welche sie mit wenig Mühe in betrügerischer Absicht gefälscht werden kann.

Eine wesentliche Fehlerquelle bei den Wagen bildet die Reibung, welche durch das Ineinandergreifen der einzelnen Bestandteile während der Abwiegemanipulation auftritt. Nachdem es sich bei Wagen nie um große Wege der Drehachsen handelt, so kann durch eine zweckmäßige Anordnung der Berührungsflächen die Reibung sehr wesentlich herabgemindert werden. Es werden daher keine Zapfen angewendet, sondern dreikantige prismatische Stahlmesser, deren eine für die Auflagerung bestimmte Kante cylindrisch abgerundet ist. Dieser Cylinder mit sehr kleinem Radius ruht auf einer möglichst ebenen Fläche — Stahlpfanne — auf welcher derselbe bei stattfindenden Oscillationen wie ein unendlich kleiner Cylinder rollt.

Eine weitere Fehlerquelle bildet die Elasticität des Materials, sofern durch die Biegung eines Teils der Wage Veränderungen in dem Gleich-

gewichtszustand stattfinden. Es sind daher alle Teile einer Wage so stark zu machen, daß keine merkbaren Biegungen eintreten.

Als das Empfindlichkeitsmaß gilt das Verhältnis, in welchem diejenige kleinste Vermehrung oder Verminderung der Last, die noch eine deutlich erkennbare Veränderung der Gleichgewichtslage der Wage (einen Ausschlag) hervorbringt, zu der Last selber steht.

Zur Stempelung darf eine Wage nur dann zugelassen werden:

1. wenn nach Aufbringung der größten zulässigen Last die größte zulässige Gewichtszulage (von $\frac{1}{1667}$ oder 0,6 g für jedes Kilogramm der größten zulässigen Last) noch einen deutlichen Ausschlag erzeugt;

2. wenn nach Aufbringung des zehnten Teils der größten zulässigen Last der fünfte Teil der nach 1. für die größte zulässige Last berechneten Zulage noch einen deutlichen Ausschlag der Wage bewirkt;

3. wenn die Abweichung des Hebelverhältnisses der Wage von dem ihrem System zukommenden Wert nämlich bei den Centesimalwagen von dem Verhältnis 1: 100 und bei Laufgewichtswagen von der Angabe der Skala bei der Abwägung sowohl der größten Last als ihres zehnten Teils durch einen Gewichtsbetrag ausgeglichen werden kann, welcher nicht größer ist, als die unter 1., bezw. 2. aufgeführte, das Empfindlichkeitsmaß bei jeder dieser Belastungen bestimmende Gewichtszulage;

4. wenn bei den Wagen mit Parallelführung der Last (Brückenwagen) die vorstehenden Bedingungen auch in den verschiedenen bei der Anwendung der Wage vorkommenden Stellungen der Belastung auf der Brücke eingehalten werden.

Bezüglich der Gültigkeitsdauer der Stempelung, (der Recimentierung) bestimmt § 68 der deutschen Aichordnung:

1. Festfundamentierte B., sowie alle solche Wagen, welche für eine größte zulässige Last von mehr als 2000 kg bestimmt sind, dürfen im öffentlichen Verkehr nur bis zum Ablauf von drei Jahren nach Schluß desjenigen Kalenderjahrs angewendet werden, in welchem die Aichung oder eine Wiederholung der Aichung laut der aufgestempelten Angabe der Jahrszahl derselben erfolgt ist.

2. Selbstthätige Registrierwagen dürfen im öffentlichen Verkehr nur bis zum Ablauf von einem Jahr nach Schluß desjenigen Kalenderjahrs angewendet werden, in welchem die Aichung oder eine Wiederholung der Aichung laut der aufgestempelten Angabe der Jahrszahl derselben erfolgt ist.

3. Wagen für Eisenbahngepäck und Wagen für Postpäckereien ohne angegebenen Wert dürfen im öffentlichen Verkehr nach Schluß desjenigen Kalenderjahrs, in welchem eine Aichung oder eine Wiederholung der Aichung laut der aufgestempelten Angabe der Jahrszahl derselben erfolgt ist, nur bis zum Ablauf einer Frist angewendet werden, welche bei ersteren Wagen ein Jahr, bei letzteren zwei Jahre beträgt.

Die österreichische Aichordnung (Verordnung des k. k. Handelsministeriums vom 19. Dezember 1872, R. G. Bl. Nr. 171) bestimmt im § 25 über gesetzlich zulässige Wagen folgendes:

Zur Aichung sind nur solche Arten von Wagen zuzulassen, deren Theorie und erfahrungsgemäße Leistungen eine Bürgschaft gewähren, daß sie die für die Zwecke des öffentlichen Verkehrs erforderliche Empfindlichkeit, Richtigkeit, Tragfähigkeit und Unveränderlichkeit besitzen. Es werden nur Hebelwagen zugelassen, welche im allgemeinen folgenden Bedingungen genügen:

a) Jede zuzulassende Wage muß sowohl belasteten als auch im unbelasteten Zustand eine stabile Gleichgewichtslage besitzen, in welche sie, nachdem sie in Schwingungen versetzt worden ist, sich immer genau wieder einstellt. Eine Ausnahme findet nur bei den Schnellwagen ohne Nullpunkt für den unbelasteten Zustand statt.

b) Alle Drehachsen (Schneiden), sowie d Lagen (Pfannen) müssen von Stahl verfer möglichst rein und glatt bearbeitet und so g härtet sein, daß sie von einer guten Feile nic angegriffen werden; die Lager dürfen nur den äußersten Schärfen der Schneiden in B rührung kommen können und muß jedes Streit jede Klemmung oder Reibung bei spiele Wage gänzlich vermieden sein.

c) Alle Drehschneiden müssen mit den treffenden Hebeln fest und unveränderlich bunden und von hinreichender Länge sei mit ihren Lagern stets in der volle dehnung der letzteren in Berührung blei können.

Wagen, bei welchen nicht die Drehschn sondern Lager in den Hebeln angebracht sir werden nicht zugelassen.

d) Die einzelnen Teile der Wage so widerstandsfähig konstruiert sein, d bei der größten zulässigen Belastung ke kennbare Formveränderung erleiden.

e) An jeder Wage soll die größte Bel ung, für welche sie bestimmt ist, in Kilogramm ausgedrückt, an einer leicht in die Augen fallenden Stelle ersichtlich gemacht sein.

Bezüglich der zur Aichung zuzulassenden B. bestimmt § 29 der österreichischen Aichordnu daß dieselben entweder Decimal- oder C te malwagen sein müssen, und ferner:

a) die Wage muß immer dasselbe angeben, auf welche Stelle der Brücke d La auch gebracht werden mag;

b) sie muß mit einer Vorrichtung vers sein, durch welche die horizontale Stellun Brücke ersichtlich gemacht wird;

c) eine Tariervorrichtung besitzen, welche das Gewicht der Brücke, der Trag und Zugstangen so ausgeglichen werden ka daß die Zunge des Wagebalkens bei unbelasteter Wage richtig einspielt;

d) auf jeder B. muß an einer augenfällige Stelle der Name des Verfertigers, das Verhältnis von Gewicht und Last (1 : 10 oder 1 : 100) und endlich die größte Belastung, für welch dieselbe bestimmt ist, in einer solchen Weise ersichtlich gemacht sein, daß die Richtigkeit der Angabe durch die Stempelung beglaubigt und gesichert werden kann;

e) an jeder derartigen Wage soll eine Sper vorrichtung angebracht sein, mittels welcher d außer Gebrauch stehende Wage abgestellt (gesperrt) werden kann; dabei soll die Brück der Wage auf wenigstens zwei in der Gesta von Kegeln herzustellende Stützpunkte zu liege kommen;

f) eine nach ihrer sonstigen Beschaffenheit zulässige B., bei welcher jedoch statt einer zum Auflegen der Gewichte dienenden Wagschale eine Einrichtung zum Wägen mit Laufgewicht und Skala, oder neben einer Wagschale noch eine mit Skala und Laufgewicht versehene Schiene zum Ausgleichen der kleineren Gewichtsunterschiede angebracht ist, kann zur Aichung zugelassen werden.

Bezüglich der Aichung und Fehlergrenzen bestimmt § 31 der österreichischen Aichordnung: Beim Aichen der Wagen ist die Richtigkeit, Empfindlichkeit und Tragfähigkeit nach den in der Instruktion für die Aichämter vorgeschriebenen Methoden zu untersuchen und die Wage als stempelfähig anzusehen, wenn der Fehler der Richtigkeit höchstens die Grenze der für dieselben geforderten Empfindlichkeit erreicht und die Wage im Zustand der größten zulässigen Belastung noch einen deutlichen Ausschlag giebt mit einer Gewichtszulage, welche bei B. nicht mehr betragen darf als 1: 2000.

Die von der k. k. Normalaichungskommission am 10. Dezember 1872 herausgegebene Instruktion für die Aichämter enthält nun für die einzelnen Brückenwagensysteme die Vorschriften über die Prüfung.

Bezüglich der Durchführung der Aichung und Stempelung von großen, feststehenden B. besteht in Österreich die Bestimmung (Verordn. des k. k. Handelsministeriums vom 18. Juli 1874, R. G. Bl. Nr. 110), daß dieselbe in dem Fall, wenn in der Nähe des Aufstellungsorts derselben ein Aichamt sich nicht befindet, auch im Fabrikslokale des Erzeugers bei provisorischer Aufstellung der Wage unter folgenden Bedingungen vorgenommen werden darf:

1. muß die zu prüfende Wage vollständig fertig und mit allen dazugehörigen Bestandteilen, sowie den vorgeschriebenen Bezeichnungen versehen sein;

2. die Prüfung muß bis zur größten Belastung, für welche die Wage bestimmt ist, vorgenommen werden;

3. ist dem auszustellenden Aichschein ist die Bemerkung beizufügen: „Die Wage wurde bei provisorischer Aufstellung in der Fabrik des Erzeugers geaicht.“

Lediglich die großen, feststehenden Fairbanksbrückenwagen dürfen nur am Aufstellungsort selbst der Aichung und Stempelung unterzogen werden.

Bezüglich der Recimentierung der Wagen und Gewichte bestehen in Österreich folgende Vorschriften:

1. Alle in Verwendung befindlichen Wagen und Gewichte sind von zwei zu zwei Jahren einer Recimentierung zu unterziehen und beginnt der Lauf der Frist mit dem 1. Januar desjenigen Jahrs, welches dem durch die amtliche Beglaubigung (Aichstempel) ausgewiesenen Jahr der ersten Aichung, bezw. der letzten Nachaichung folgt.

2. Es empfiehlt sich die von Fall zu Fall in jedem zweiten Jahr nötige Nachaichung der Wagen und Gewichte stets derart einzurichten, mindestens aber drei Monate vor Ablauf der zweijährigen Periode bei dem betreffenden k. k. Aichinspektorat anzumelden, daß dieselbe auch innerhalb dieser Periode beendet werden kann. In diesem Fall sind nämlich nur die halben Aichgebühren zu entrichten (Verordn. des k. k. Handelsministeriums vom 28. März 1881, R. G. Bl. Nr. 30), während für die Recimentierung nach Ablauf der zweijährigen Periode die vollen Aichgebühren bezahlt werden müssen.

3. Bei der durch den betreffenden k. k. Aichmeister vorzunehmenden Aichung der Wagen hat stets ein sachkundiges Organ anwesend zu sein, um etwa nötige kleine Reparaturen, wie Feilen und Härten der Schneiden, Anbringung etwa fehlender Senkel etc. an Ort und Stelle vornehmen, bezw. bauliche Reparaturen veranlassen zu können.

Bei stabilen B. sind etwa nötige Reparaturen noch vor der vorgeschriebenen Nachaichung durch sachkundige Organe vorzunehmen.

Wenn einzelne Wiegemittel durch den Gebrauch oder durch eine andere Ursache derart beschädigt werden, daß hierdurch ihre Richtigkeit beeinträchtigt würde, so sind sie gleichfalls nach vorausgegangener Instandsetzung einer Nachaichung zu unterziehen, um deren Vornahme rechtzeitig bei jenem Aichinspektorat anzusuchen ist, in dessen Bezirk die betreffende Wage sich befindet.

B. Neigungswagen, automatische Schnellwagen, werden im Eisenbahndienst lediglich zum Abwiegen von Eisenbahnpassagier- und Postgepäck angewendet, da selbe im allgemeinen eine weniger genaue, aber schnelle Abwage ermöglichen. Die Gewichtsermittlung geschieht durch die bloße Beobachtung des jedesmaligen Neigungswinkels eines Hebelsystems. Hierüber gelten folgende Bestimmungen:

a) Deutschland: Die Gewichtsangaben dürfen nur in ganzen Kilogramm ausgedrückt sein und darf das Einteilungsintervall auf dem Ablesebogen, welches einem Belastungsunterschied von 1 kg entspricht, nicht kleiner als 5 mm sein.

Es sollen Regulier- und Tariervorrichtungen vorhanden sein, um die Gewichtsangaben jederzeit mittels geaichter Gewichte richtig stellen zu können.

Sowohl bei der größten zulässigen Belastung, welche von der Ableseeinrichtung angegeben wird, als bei einer Belastung mit dem zehnten Teil dieses Betrags soll eine an der Ableseeinrichtung deutlich erkennbare Veränderung der Gleichgewichtslage der Wage eintreten, sobald auf der Lastseite eine Zulage gemacht wird, welche bei Wagen für Eisenbahnpassagiergepäck 200 g, bei Wagen für Postpäckereien ohne angegebenen Wert 100 g betragen soll.

Die Abweichungen der Angaben von der Richtigkeit sollen bei allen Belastungen zwischen der größten zulässigen Last und dem zehnten Teil ihres Betrags eine Fehlergrenze einhalten, welche bei Wagen für Eisenbahnpassagiergepäck 200 g, bei Wagen für Postpäckereien ohne angegebenen Wert 100 g betragen soll.

Jede Wage soll mit einer Abstellvorrichtung (Arretierung oder Entlastung) versehen sein, durch welche ihr Hebelsystem vor den beim Aufbringen der Lasten stattfindenden Stößen bewahrt wird.

b) Österreich: Die Zifferblätter müssen nach Kilogramm eingeteilt sein und muß das einem Unterschied von 1 kg entsprechende Intervall mindestens 3 mm betragen.

Bei größtzulässiger Belastung dürfen die Angaben der beiden Zeiger von den Belastungen bis 250 kg um höchstens 0,5 kg, bei größerer

Belastung um höchstens $^1/_{500}$ derselben abweichen. Bei Wagen bis 250 kg Tragfähigkeit soll ein Zulaggewicht von 0,5 kg, bei größerer Tragfähigkeit ein solches von $^1/_{500}$ der betreffenden Belastung eine erkennbare Veränderung der Zeigerangaben bewirken.

Solche Neigungswagen wurden u. a. ausgeführt von Goebel in Darmstadt, Pellenz, Herrmann, Steinheil, Brussaut, Taurines, Schember.

Die Pellenz'sche Wage ist bei den württembergischen Staatsbahnen hauptsächlich in Verwendung. Der Grundmechanismus dieser in Fig. 438 *a*, *b* dargestellten Wage ist gleich jenem

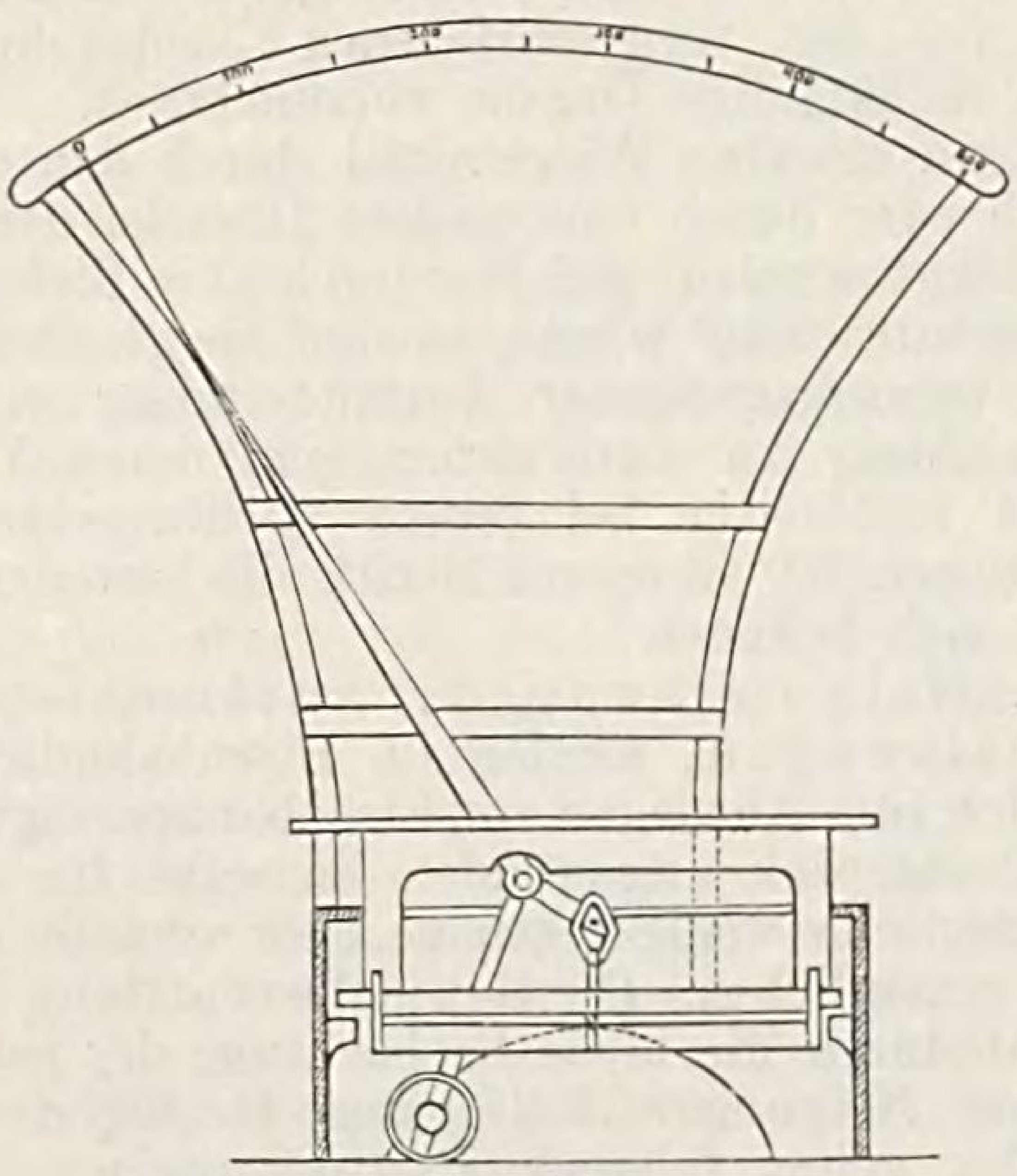


Fig. 438 *a*.

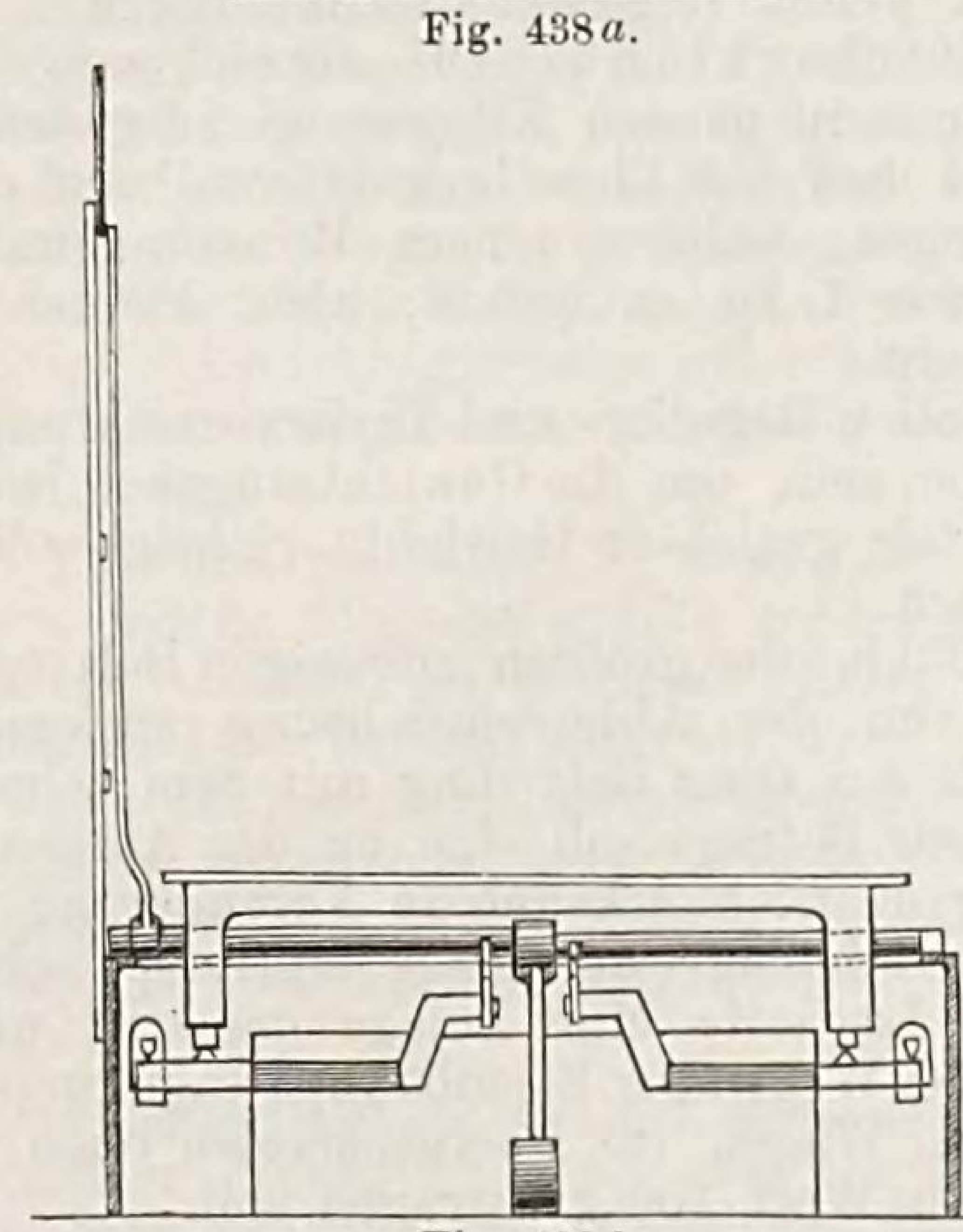


Fig. 438 *b*.

in Fig. 435, nur ist der Querhebel direkt als Winkelhebel und Träger des Zeigers sowie des Gegengewichts ausgebildet. Der Zeiger bekommt hier eine beträchtliche Länge, damit die Teilstriche der Skala, welche kaum einem Winkel von 60° entspricht, den vorschriftsmäßigen Abstand von 5 mm pro 1 kg erhalten.

Die Firma Schember führt eine Gepäckszeigerwage (Fig. 439 *a*, *b*, *c*) nach dem System Dejour aus.

Diese Wagen gleichen den gewöhnlichen B. mit beweglichen Brücken — mit Ausnahme des Ständers, in welchem zur Bestimmung des Gewichts der zu wiegenden Gegenstände ein automatischer Zeigermechanismus vorhanden ist.

Bekanntlich wirkt die Last der auf der Brücke *A* befindlichen Gegenstände zuerst auf die beiden Dreieckhebel *B* und mittels dieser auf den Übertragungshebel *C*.

Von dem Übertragungshebel *C* wird die Lastwirkung mittels einer Zugstange auf den Zwischenhebel *D*, welcher im Ständer *E* gelagert ist, und von *D* gleichfalls mittels einer Zugstange, die jedoch oben in ein Stahlband übergeht, auf den Gleichgewichtshebel *F* übertragen.

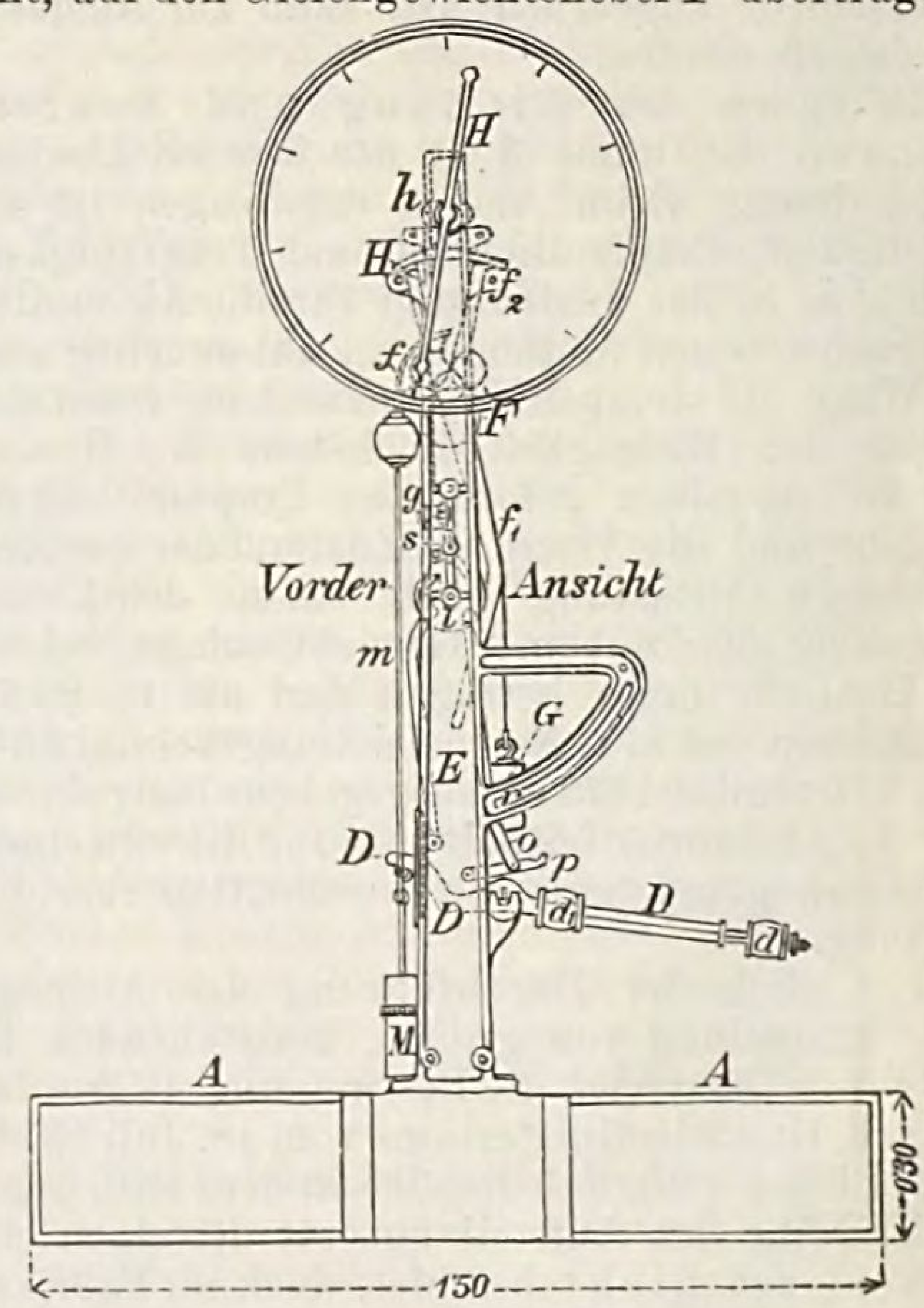


Fig. 439 *a*.

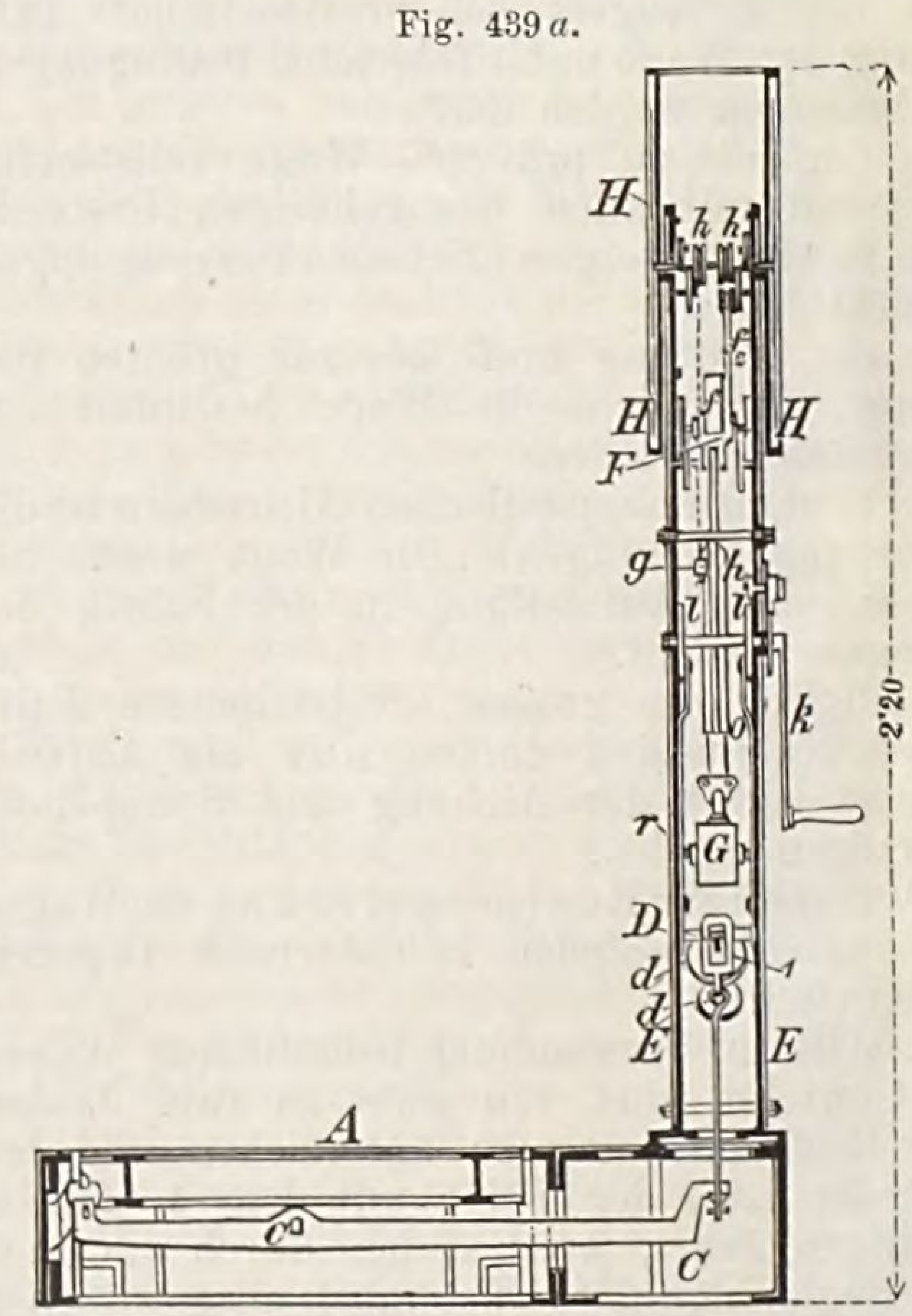


Fig. 439 *b*.

Dieser Gleichgewichtshebel *F*, welcher mittels des Kreissegments *f* die Lastwirkung aufnimmt und an seinem kurvenartig gebogenen Arm f_1 mit einem, an einem Stahlband hängenden Gegengewicht *G* belastet ist, nimmt bei jeder Belastung der Wagbrücke eine, der Belastung entsprechende Gleichgewichtslage an.

Diese Bewegung des Gleichgewichtshebels *F* wird durch das mit letzterem aus einem Stück

bestehende Zeigersegment f_2, und der auf der Zeigerachse festsitzenden Rolle *h* mittels eines an diesen beiden Theilen f_2 und *h* befestigten Stahlbands auf die Zeiger *H* übertragen.

Zum Zweck des Zurückgehens der Zeiger *H*, wenn die Belastung abnimmt, ist auf der Zeigerachse die Rolle h_1 angebracht, an welcher mittels Stahlband ein Gegengewicht *g* in entgegengesetzter Richtung zu der Bewegung bei zunehmender Belastung wirkt.

Das Gewicht *d* auf dem Zwischenhebel *D* dient zu kleinen Austarierungen der Wage, jenes d_1, welches mit einem Einstellzahn versehen ist, dient zur Austarierung von Karren oder Roddeln vom bestimmten Gewichte, mit welchen diese Wagen befahren werden können.

Um den Zeigermechanismus nicht immer spielen zu lassen, ist eine Auslösungsvorrichtung mit Arretierung einzelner Teile angebracht, welche mittels einer halben Umdrehung der Kurbel *k* geöffnet oder geschlossen wird.

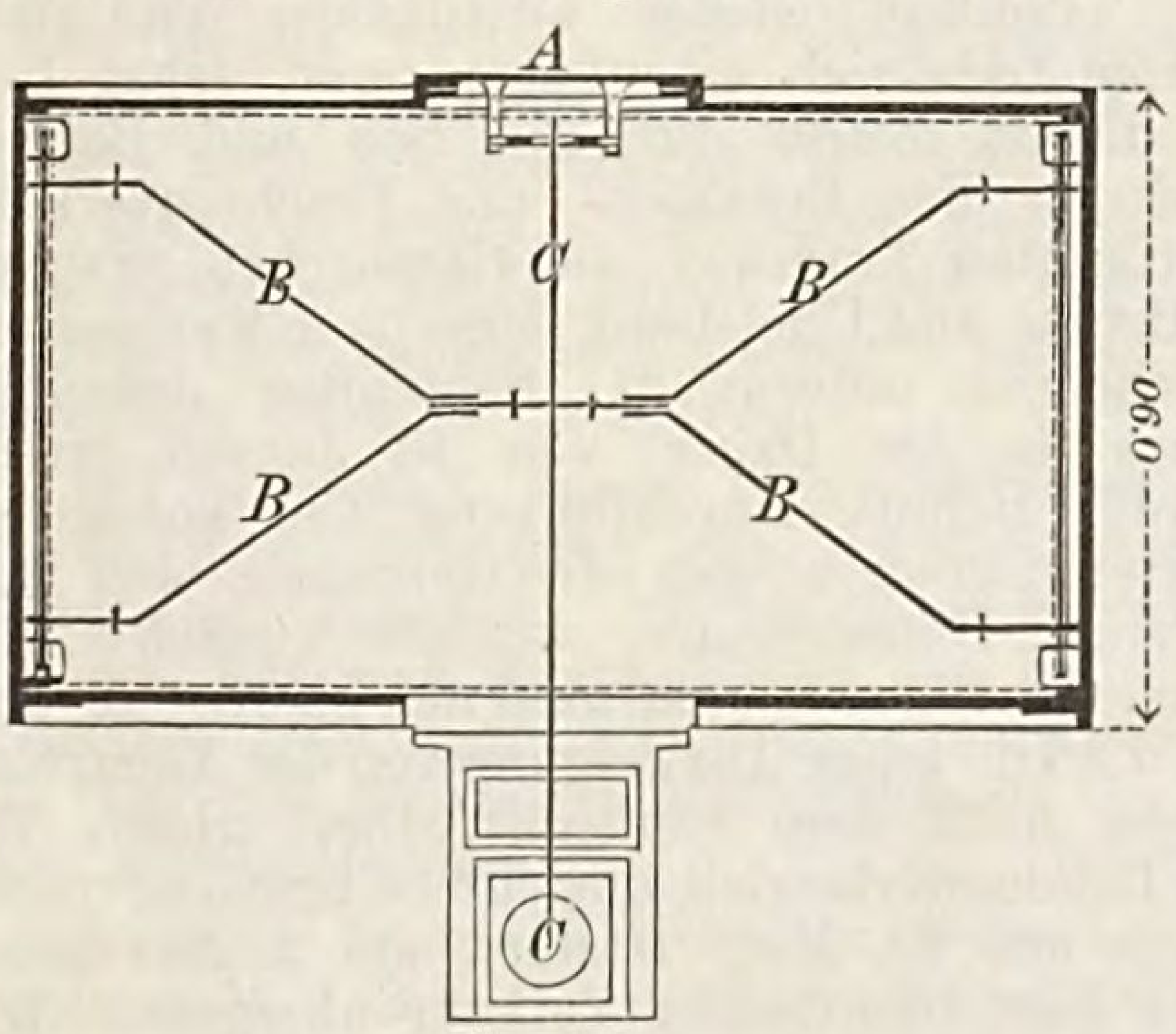


Fig. 439 *c*.

Die Wirkungsweise dieser Vorrichtung ist folgende:

Durch die erwähnte Kurbelbewegung drehen sich die gekuppelten Scheiben *l* in der Pfeilrichtung, wodurch mittels der Zugstange *m* der Schieber *n* soweit aufgezogen wird, bis der Zwischenhebel *D* festgehalten ist und somit nicht mehr auf den Zeigermechanismus wirken kann; dabei werden etwas später mittels der Zugstangen *o* die Klauen *p* an die Zapfen *r* des Gewichts *G* angelegt und letzteres dadurch festgehalten.

Der Winkelhebel *s* faßt auch im letzten Moment das kleine Gewicht *g* und hält es mittels Andrücken an das vorhandene Blechband fest.

Weiter sind hierbei der Gleichgewichtshebel *F*, sowie die Zeigerachse auf Friktionsrollen gelagert, wodurch die Empfindlichkeit der Wage infolge der gewählten Verhältnisse nicht leidet, dagegen aber die Dauerhaftigkeit der Wage erhöht wird.

Zur Verhütung des langen Spielens der Wage, sowie zur Abschwächung der Stöße wurde auch der Katarakt *M* angebracht.

Litteratur: Heusinger v. Waldegg, Handbuch für specielle Eisenbahntechnik, Leipzig 1876; Dingler's polyt. Journal; Hartmanns Wagen und ihre Konstruktion; Dr. F. Plare, Theorie und Konstruktion der Neigungswagen; Ernst Brauer, Die Konstruktion der Wage, Weimar 1887; Dr. M. Rühlmanns Allgemeine Maschinenlehre, Leipzig 1888. Perner.

Brücke von Wheatstone, in vielen Fällen unentbehrliches Hilfsinstrument für elektrische, insbesondere Widerstandsmessungen. Selbe beruht auf dem Princip der Stromteilung und ist in ihrer Grundform (Fig. 440) folgendermaßen angeordnet:

Auf einem Grundbrett sind acht Klemmen *A*, *B*, *C*, *D*, *a*, *b*, *c*, *d* befestigt, die ersten vier Klemmen sind in gleichen Abständen in Form eines Parallelogramms angeordnet. Zwischen den Klemmen *A*, *C* und *D* sind in gleichen Abständen die Klemmen *a*, *b*, *c* und *d* angebracht. Sämtliche Klemmen, mit Ausnahme der Klemmen *a* und *b*, *c* und *d* sind mit den nachfolgenden Klemmen durch dicke Kupferdrähte oder Kupferschienen verbunden.

Der Widerstand des Drahts *AB* ist gleich dem Widerstand *BC* und gleich den Widerständen *A a* + *b D*, sowie *D d* + *c C*.

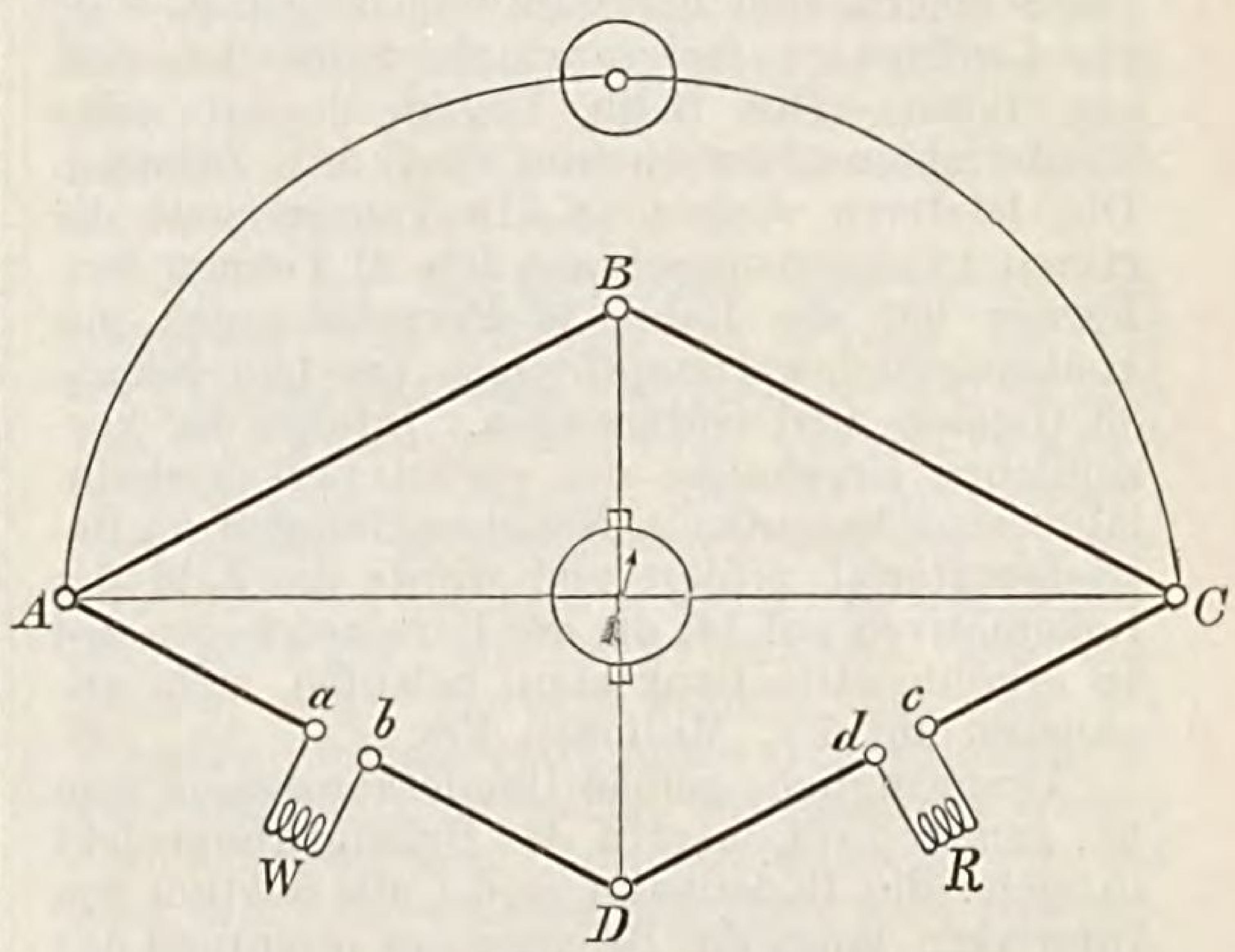


Fig. 440.

Will man einen unbekannten Widerstand messen, so schaltet man zwischen *A* und *C* eine galvanische Batterie, zwischen *B* und *D* ein Galvanoskop, zwischen *d* und *c* einen Rheostat *R* und zwischen *a b* den zu messenden Widerstand *W* ein. Den Gesetzen der Stromteilung entsprechend wird das Galvanoskop solange einen Ausschlag zeigen, als der zu messende Widerstand dem durch den Rheostaten eingeschalteten Widerstand nicht gleich ist. Man schaltet daher bei dem Rheostaten solange Widerstände zu, bis die Galvanoskopnadel sich auf den Nullpunkt einstellt. Der auf dem Rheostaten sodann abzulesende Widerstand ist gleich dem zu messenden Widerstand.

Für das Messen größerer Widerstände muß in die Zweige *A B* und *B C* ebenfalls ein Widerstand eingeschaltet werden, da der Strom, welcher die Zweige *A D* und *D C* durchfließen würde, sonst zu schwach wäre, um die Galvanoskopnadel entsprechend abzulenken (s. a. Meßinstrumente).

Brückschiene, s. Brunel-Schiene.

Brückthor, s. Bahnunterführung.

Brünigbahn (Schweiz) verbindet Brienz (Berner Oberland) mit Luzern und gehört nunmehr zum Netz der Jura-Bern-Luzern-Bahn (s. d.). Sie ist als gemischte Adhäsions- und Zahnstangenbahn mit 1 m Spur gebaut. Der erste Teil Brienz-Alpnachtstad (45 km lang) wurde im Dezember 1886 begonnen und am 16. Juni 1888 in Betrieb gesetzt. Der zweite, im Jahr 1887 begonnene Teil, Alpnachtstad-

Luzern (13 km lang), ist am 1. Juni 1889 dem Verkehr übergeben worden. Von Brienz bis Meiringen liegt die Bahn im Thalboden der Aare, die Strecke Meiringen-Giswyl (Unterwalden) (17,7 km lang) bildet die eigentliche Bergstrecke. Hier wechseln reine Adhäsionsstrecken mit Zahnradstrecken und der Betrieb dieser Linie wird mit Lokomotiven gemischten Systems ausgeführt. Die Zahnstange ist die Riggenbach'sche Lektorschiene. Von Giswyl bis Luzern hat die Bahn wieder den Charakter einer Thalbahn. Sie folgt teils dem Sarnersee, teils dem Vierwaldstättersee und durchsticht den Lopperberg zwischen Alpnachtstad und Hergiswyl mit einem circa 1200 m langen Tunnel. Die Maximalsteigung beträgt auf den Thalstrecken 18 ‰, auf den Zahnstangenstrecken 120 ‰ und der Minimalradius 120 m auf der Bergbahn und 150 m auf den Thalstrecken. Die Schienen sind aus Stahl und wiegen 24,3 kg pro Laufmeter; fast sämtliche Schwellen sind aus Eisen. Die Bahn besitzt derzeit zehn Tenderlokomotiven, wovon fünf mit Zahnrad. Die letzteren wiegen 18—19 Tonnen und die reinen Adhäsionsmaschinen 20—21 Tonnen leer. Ferner hat die Bahn 36 Personenwagen mit kontinuierlicher Dampfbremse (System Klose), 33 Gepäck- und Güterwagen. Infolge der vorzüglichen Ergebnisse des ersten Verkehrshalbjahrs sind bedeutende Nachbestellungen an Betriebsmaterial erfolgt und wurde die Zahl der Lokomotiven auf 14, die der Personenwagen auf 48 erhöht. Die Baukosten belaufen sich annähernd auf 7½ Millionen Frs.

Ursprünglich, gemäß Bundeskonzession vom 31. Januar 1874, begriff das Brünigbahnprojekt in sich: die Bödelibahn (s. d.), die Sektion von Interlaken längs des Brienzersees, eventuell nur von Brienz über Meiringen nach Staarstad, eventuell nur bis Alpnachtstad, die Sektionen Staarstad-Luzern, Staarstad-Buochs, Dörligen-Thun, Thun-Bern durch das Amt Sostigen auf dem linken Ufer der Aare. Durch Dekret vom 28. Februar 1875 wurde der Linie Brienz-Alpnacht eine Subvention von 2,5 Millionen Frs. an die damals auf 12 Millionen Frs. veranschlagten Baukosten vom Staat Bern bewilligt, sofern der Finanzausweis innerhalb sechs Jahren geleistet würde. Das von Blotnitzki ausgearbeitete Projekt sah eine normalspurige Bahn mit 50 ‰ größter Steigung vor. Der Brünigpaß, 993 m über dem Meer, der jetzt offen überschritten wird, sollte mit einem 925 m langen Tunnel in 900 m Höhenlage über dem Meer unterfahren und der Betrieb mit Tenderlokomotiven von 24 Tonnen Adhäsionsgewicht ausgeführt werden, wobei gedacht war, daß ein Thalbahnzug, je in zwei Teile getrennt, von je zwei Lokomotiven zu Berg befördert werden sollte. Am 19. März 1875 wurde eine weitere Konzession für eine Linie erteilt, welche von Staas ausgehend den Vierwaldstättersee zwischen der unteren und oberen Nase, vorläufig mit Trajekt, hätte überschreiten sollen zum Anschluß an eine Bahn von Rappersweil nach Brunnen (Zürichsee-Gotthardbahn).

Die Umgestaltung des Brünigbahnprojekts in diejenige Gestalt, in der es nunmehr im wesentlichen zur Ausführung gelangt ist, ging von G. Ott und O. Zschokke aus, und wurde sowohl von Hostmann (vergl. Hostmann und Koch, Mitteilungen über Lokalbahnen, Heft II), sowie von den staatlicherseits berufenen Experten: Gerlich, Ganguillet und Vögeli und später Dietler und Zürcher empfohlen. Durch den Bundesbeschluß vom 30. Juni 1880 wurde die Spurweite von 1 m und die Anwendung des Zahnstangensystems für die Bergstrecken genehmigt. Dietler.

Brünner Lokaleisenbahngesellschaft mit dem Sitz in Brünn (10,232 km). Die Brünner Lokaleisenbahn ist aus der Brünner Tramway hervorgegangen, welche am 23. Februar 1869 einer Aktiengesellschaft konzessioniert war. Die Linie wurde streckenweise bis 18. Oktober 1870 eröffnet, 1872 jedoch teilweise wegen Unrentabilität wieder aufgelassen. Nach der am 6. Dezember 1874 erfolgten Liquidation der Gesellschaft übernahm die noch bestehenden 7,907 km langen Strecken Karthaus-Altbrünn-Schreibwald die Stadtgemeinde Brünn. Im Jahr 1882 faßte der Gemeinderat der Stadt Brünn den Entschluß, die Tramway wieder auszubauen und den Lokomotivbetrieb einzuführen und erbat sich zu diesem Zweck für den Bau und Betrieb einer für den Personen- und Frachtenverkehr bestimmten Tramway amerikanischen Systems in Brünn und Umgebung eine neue Konzession, welche ihm unterm 21. September desselben Jahrs in der Dauer von 40 Jahren erteilt wurde. Behufs Durchführung der konzessionierten Linien vergab die Gemeinde den Bau an einen Unternehmer, welcher zunächst die Linie Karthaus-Schreibwald neu ausrüstete und die 2,3 km lange Abzweigung von der Augartenstraße nach dem Centralfriedhof gleich für den Lokomotivbetrieb einrichtete. Erstere Strecke wurde am 29. Mai, letztere am 1. November 1884 dem öffentlichen Verkehr übergeben. Die Brünner Stadtgemeinde überließ sodann ihre Linien einer Gesellschaft, welche sich unter der Firma Brünner Lokaleisenbahngesellschaft am 20. Juli 1886 konstituierte. Das Gesellschaftskapital beträgt 630 000 fl., die Anlagekosten 494 656 fl. Betriebseinnahmen für 1889: 93 333 fl., Betriebsüberschuß: 40 524 fl., Betriebskoefficient: 56,58 %. Dr. Ziffer.

Brünn-Rossitzer Eisenbahn, vormals Privatbahn in Mähren, von Strelitz (bei Brünn) über Rossitz nach Segen Gottes und Zbeschau, 28,4 km lang, am 2. Jänner 1856 eröffnet, ging auf Grund Vertrages vom 11. März 1879 mit Wirksamkeit vom 1. Januar 1879 in das Eigentum der österreichisch-ungarischen Staatseisenbahngesellschaft (s. d.) über.

Brüssel-Lille-Calais, doppelspurige Privateisenbahn Belgiens, welche seit ihrem Bestand vom Staat betrieben wird. Mit kgl. Entschließungen vom 10. November 1862 (Gesetz vom 12. August 1862) und vom 6. Februar 1863 (Gesetz vom 31. Mai 1863) wurde einem Konsortium die Konzession für eine Eisenbahn von Hal nach Ath und von Tournai nach Lille erteilt. Die Gesellschaft konstituierte sich unter der Firma Société anonyme du chemin de fer direct de Bruxelles à Lille et Calais und erhielt mit kgl. Entschließung vom 3. April 1863 die staatliche Genehmigung. Das Gesellschaftskapital beträgt 13 000 000 Frs. Die Teilstrecke Tournai-Blandain (9,9 km) wurde am 1. Dezember 1865, die von Hal nach Ath (38,2 km) am 1. Februar 1866 eröffnet. Die Eisenbahn besitzt 14 Stationen. Der Staat übernahm den

Betrieb gegen 50% der jährlichen Roheinnahmen (s. Belgische Staatsbahnen). Hubert.

Brüstung (*Breast-work, parapet; Appui,* m., *parapet,* m.) bedeutet im allgemeinen jede auf Brusthöhe reichende Schutzwehr am Rand einer Aufdämmung, Mauer u. dgl.; im besonderen wird damit ein steinernes Geländer auf Stützmauern und Brückenflügeln bezeichnet (s. Pfeiler, Widerlager).

Bruges (Brügge) à Blankenberghe, früher Privateisenbahn Belgiens, seit 1. Januar 1878 (Gesetz vom 31. Mai 1878) vom Staat angekauft. Die Konzession zum Bau und Betrieb dieser Bahn wurde einer Gesellschaft, welche sich unter der Firma Société anonyme du chemin de fer de Bruges à Blankenberghe konstituierte, mit kgl. Entschließung vom 31. Dezember 1861 (Gesetz vom 24. Juni 1853) erteilt. Das Gesellschaftskapital betrug 1 000 000 Frs. Die Weiterführung der Bahn nach Heyst wurde mit kgl. Entschließung vom 14. Juni 1866 (Gesetz vom 8. Juli 1865) genehmigt. Die Bahn ist einspurig gebaut; die Strecke von Bruges nach Blankenberghe (14,5 km) — hiervon 2 km in gemeinschaftlichem Betrieb mit dem Staat — wurde am 6. August 1863, die Strecke Blankenberghe nach Heyst am 22. Juli 1868 dem Verkehr übergeben.

Die Eisenbahn, welche sechs Stationen hat, wurde nach Gründung der Société générale d'exploitation im Jahr 1869 von dieser betrieben; als das Syndicat d'exploitation des lignes des Flandres 1876 gegründet wurde, ward die B. ein Teil des genannten Unternehmens (s. Belgische Staatsbahnen). Hubert.

Brunel, Isambard Kingdom, Sohn des Ingenieurs M. J. Brunel, wurde am 9. April 1806 zu Portsmouth geboren. Seine Bildung erhielt er am Collège zu Caen. 1826 kehrte er nach England zurück, wo sein Vater eben beschäftigt war, den berühmten Themsetunnel zu erbauen. Der junge Brunel fand dabei Verwendung. Berechtigtes Aufsehen erregte er in der ganzen damaligen technischen Welt, als er die Erbauung der Great Western-Eisenbahn in mustergiltiger Weise durchführte. Eines der berühmtesten Objekte an derselben war die Maidenhead-Brücke mit 39 m Spannung. Diese Bahn, wie alle Werke Brunels, zeigen eine gewisse Vorliebe für das Gigantische, Kolossale. Er war es insbesondere, der im Gegensatz zu der von Stephenson vertretenen Spurweite von 4' $8^{1}/_{2}$" die größere Spurweite von 7 engl. Fuß einführte, von welcher indessen aus Gründen der Eisenbahnökonomie bald wieder abgegangen werden mußte. Von dieser Vorliebe für das Gewaltige zeigt die ganze Anlage der Great Western-Eisenbahn, namentlich auch der berühmte Boxtunnel.

Ein weiteres Werk von Brunel war die Kettenbrücke von Hungerford, eine der längsten Brücken Englands; auch bei Ausführung der Conway- und Britannia-Röhrenbrücke war er beteiligt.

B. starb am 15. September 1859. Eine Biographie des merkwürdigen Mannes existiert von der Hand seines Sohns (London 1870). Der Name Brunels ist wie der Stephensons innig mit der ganzen Zeit des glänzendsten Aufschwungs der britischen Technik verwebt. Dr. M. Haushofer.

Brunel-Schiene oder Brückschiene (*Bridge-rail; Rail,* m., *en U renversé*), auch Thor- oder Hutschiene, wird nach ihrem angeblichen Erfinder Brunel benannt. Ihr Querschnitt ist aus Fig. 441 zu ersehen. Sie gehört zu den sogenannten breitfüßigen Schienen, welche bestimmt sind, unmittelbar, ohne besondere Zwischenmittel (Stühle), auf ihre Unterlagen befestigt zu werden (s. Schienen).

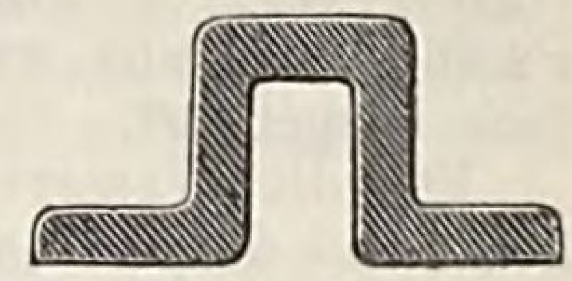


Fig. 441.

Brunnen (*Wells, fountains, springs,* pl.; *Puits,* m., pl.; *fontaines,* f., pl.), im weiteren Sinn in die Teufe gehende Röhren aus Metall oder mit Mauerwerksverkleidung, welche zu Fundierungszwecken, zur Wasserableitung oder aber zur Wasserentnahme hergestellt werden; im engeren Sinn jedoch nur die zum Zweck der Erschließung und Nutzbarmachung unterirdischer Grundwässer abgeteuften Röhren. Die Abteufung erfolgt durch Bohren, Schlagen, mittels schachtartigem Betrieb, oder endlich durch Senken der Röhre.

Wird die Brunnenröhre zum Zweck der Gründung von Pfeilern im Wasser bis auf tragfähigen Baugrund abgeteuft, so spricht man von Gründungsbrunnen, Senkbrunnen (s. Gründung), während die bis auf wasserdurchlässige Schichten zum Zweck der Wasserableitung (aus Kanälen etc.) hergestellten Röhren oder Schächte, Sickerbrunnen, (Schwindgruben, s. d.) genannt werden. Bei den zur Wasserentnahme bestimmten (eigentlichen) B. unterscheidet man solche, bei denen das Wasser durch den eigenen hydrostatischen Druck bis über die Erdoberfläche getrieben wird (Springquellen), artesische B., und solche, bei denen das Grundwasser auf mechanischem Weg gehoben wird, Schöpf- oder Pumpbrunnen.

Bei den Schöpf- oder Pumpbrunnen erfolgt die Wasserförderung mittels eines Haspels und einer darüber sich aufwickelnden Kette oder eines Seils, woran zwei Eimer das Gewicht gegenseitig ausgleichen. Bei größeren Tiefen der B. läßt man das Seil oder die Kette auf einer über dem B. liegenden, stärkeren Welle sich aufwickeln, welche mittels Zahn und Getrieb von einer stehenden Welle aus durch animalische Kraft betrieben wird. Am meisten verwendet werden Saug- oder Druckpumpen oder bloße Hubpumpen, welche bei Hausbrunnen mittels Schwengel oder Hebel, bei Wasserstationsbrunnen mittels Dampfmaschinen in Bewegung gesetzt werden.

Bei den artesischen B. wird mit dem Erdbohrer ein senkrechtes Loch auf mehr oder weniger bedeutende Tiefe abgebohrt, und ist die Höhe, bis zu welcher das Wasser sich erhebt, nicht von der Tiefe des Bohrlochs, sondern von dem Druck abhängig, unter welchem sich das in den Erdschichten eingeschlossene Wasser befindet. Das Gelingen beruht übrigens auf dem Vorhandensein ganz bestimmter Lagerungsverhältnisse der Bodenschichten und läßt sich selten mit Sicherheit voraussagen. Aus diesem Grund, und nachdem erfahrungsgemäß bei vielen artesischen B., die anfänglich reichlich Wasser lieferten, der Wasserzufluß im Lauf der Zeit (infolge von Verschlemmen des Bohrlochs etc.) allmählich schwächer wurde und sich schließlich ganz verlor, ist man von dem Bohren artesischer

B. fast gänzlich abgegangen. Artesische B. finden sich in Europa bei den Eisenbahnen nur vereinzelt vor; in Amerika, namentlich an der Pacific-Eisenbahn, wurden jedoch solche B. mehrfach ausgeführt.

Für die Wasserversorgung bei Eisenbahnen kommen daher hauptsächlich Schöpf- oder Pumpbrunnen in Betracht, welche, je nachdem sie zur Deckung des Wasserbedarfs für die Bediensteten oder für die Speisung der Lokomotiven dienen, in Haus- und Wächter-, bezw. Wasserstationsbrunnen unterteilt werden.

Was die Anlage der Haus- und Wächterbrunnen anbelangt, so ist hierbei mit Rücksicht auf den meist geringen Wasserbedarf weniger auf eine große Wasserergiebigkeit, als darauf zu achten, daß das Wasser keine gesundheitsschädlichen Beimengungen enthält und überhaupt allen sanitären Anforderungen entspricht. Solche B. sollen daher nicht an Stellen angelegt werden, wo früher Düngerstätten oder Senkgruben, durch welche das umgebende Erdreich infiziert wurde, bestanden haben. In schotterigem Terrain mit hohem Grundwasserstand oder neben Flüssen werden gewöhnlich sogenannte Schlagbrunnen ausgeführt, bei denen die Röhre mittels Schlagwerks in den Untergrund getrieben wird, während in festeren Bodenschichten die B. einfach abgeteuft werden. Bei solchen B. beträgt der lichte Durchmesser der Brunnenröhre meist zwischen 0,9—1,0 m, und ist dieselbe entweder aus 40 cm starkem Bruchsteinmauerwerk oder aus Mauerwerk von vollkommen wetterbeständigen Ziegeln (15 bis 30 cm stark) hergestellt.

Sollen fertige B. wegen unvorhergesehenen Sinkens des Grundwassers in trockenen Jahren vertieft werden, so geschieht dies zumeist durch Schlagen einer hölzernen Brunnenbüchse (Eichen-, Föhren-, Lärchenholz), deren Wandstärke circa 8 cm beträgt, seltener durch Senken oder Ansetzen von Mauerwerk nach unten. Die Klärung von trübem, flockigem Wasser, oder die Verbesserung des Geschmacks des Wassers kann durch Einbringung einer entsprechend hohen Schichte reinen Schotters, von Bündeln aus Holzkohle oder durch Zusatz von etwas Steinsalz erfolgen. Jedem Hausbrunnen soll täglich soviel Wasser entnommen werden, daß dasselbe nicht stagniert, sondern durch stetigen Zufluß erneuert wird; ebenso ist auf eine genügende Lüftung der Brunnenröhren Bedacht zu nehmen. Was die Tiefe solcher B. anbelangt, so gilt als Regel, daß die Sohle so tief zu legen ist, daß zur Zeit der niedrigsten Wasserstände die Wassertiefe bei Wächterbrunnen mindestens 1,0 m, bei sonstigen Hausbrunnen (Stationsbrunnen) aber wenigstens 1,3 m beträgt.

Schwieriger gestaltet sich die Anlage von Wasserstationsbrunnen, welche außer einer entsprechenden Qualität auch zumeist eine sehr bedeutende Menge Wasser liefern sollen. In ersterer Hinsicht kommt zu bemerken, daß das Wasser möglichst frei sein soll von solchen Bestandteilen, welche ein Aufbrausen bei der Verdampfung oder eine Umhüllung und Verstopfung im Innern des Dampfkessels (Kesselsteinbildung) verursachen; was die Quantität betrifft, so ist dieselbe von der Anzahl der täglich verkehrenden Züge, von der Entfernung der Wasserstationen und dem Wasserbedarf der einzelnen Lokomotiven abhängig und schwankt von 150—500 m³ (manchmal auch darüber) pro 24 Stunden. Weiters ist der Ort für die Herstellung solcher Brunnen schon durch die Lage der Stationsplätze und das Bestreben, die Brunnen aus ökonomischen Rücksichten gewöhnlich möglichst nahe, eventuell sogar in das Wasserstationsgebäude zu verlegen, gegeben. Es müssen daher bei Herstellung solcher B. vielfach sehr bedeutende örtliche Schwierigkeiten überwunden werden, besonders wenn es sich um die Abteufung von B. mit größerem Querschnitt und in ungünstigen Untergrundsverhältnissen handelt. Diese B. werden fast ausnahmslos nur mit kreisförmigem Querschnitt hergestellt und muß der Flächeninhalt desselben dem zuverlässigen Wasserzufluß entsprechen. Der Durchmesser der Brunnenröhre (Brunnenschacht) hängt somit von der Beschaffenheit der wasserführenden Bodenschichten ab, und muß um so größer gewählt werden, je weniger durchlässig diese Schichten sind. Zumeist kommen Brunnen mit lichtem Durchmesser von 1,5 m, 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m, 3,5 m bis 4,0 m vor. B., welche bedeutende Mengen von Wasser aus losen Sandschichten aufnehmen und abgeben sollen, müssen solche Dimensionen erhalten, daß die bewegliche Wassermenge in nicht weniger als drei Stunden erneuert wird, weil sonst der Wasserentnahme durch die Bildung von Triebsand und infolgedessen durch die Versandung sehr bald Schwierigkeiten entstehen. In leichtem Triebsand kann es sich daher unter Umständen sogar empfehlen, statt eines tiefen Brunnens mehrere seichte nebeneinander zu legen, wenn ohne Anlage besonderer Verbindungskanäle leichte Filtration und gleichmäßige Senkung des Wasserspiegels beim Pumpen eintritt.

Was nun die Abteufungsarbeiten selbst betrifft, so sind dieselben je nach den Untergrundverhältnissen wesentlich verschieden. In ruhigem, nicht druckhaftem Boden und bei geringem Zufluß von Oberwasser wird die Brunnengrube zumeist schachtartig bis auf die Brunnensohle abgeteuft und ausgezimmert; das unten zufließende Wasser wird eventuell unter Zuhilfenahme von Lokomobilen ausgepumpt, und sobald die erforderliche Tiefe erreicht ist, mit der Ausmauerung der Brunnenröhre von unten herauf begonnen. Sowohl bei der Zimmerung als auch Ausmauerung ist auf eine sorgfältige Hinterstopfung zu achten, und muß dieselbe besonders bei der Ausmauerung gleichen Schritt mit dieser halten. Soweit die wasserführende Schichte reicht, darf hierzu nur steiniges, schotteriges oder sonstiges wasserdurchlässiges Material verwendet werden und ist die Hinterfüllung in gleichmäßigen Schichten rings um den Brunnen einzubringen und festzustampfen, so daß nirgends Hohlräume bleiben, welche zu Bewegungen im Erdreich Veranlassung bieten können.

In sandigen oder lehmigen Bodenarten, bei welchen ein Eintragen des flüchtigen Erdmaterials zu befürchten ist, kann der Brunnenschacht nicht durch Abteufen, sondern durch Senken konisch geformter und fest untereinander verbundener Holztrommeln hergestellt werden, wobei das Wasser nicht ausgepumpt werden darf, und das Material mittels Baggerschaufeln oder großen Löffelbohrern gehoben

werden muß. Entsprechend dem Fortschreiten der Absenkungsarbeiten ist auch die Herstellung der eigentlichen Brunnenröhre zu betreiben und ist bei diesen Arbeiten besonders darauf Rücksicht zu nehmen, daß sich Trommel und Brunnenröhre gleichmäßig senken, nirgends stecken bleiben und dadurch schief zu stehen kommen, wodurch die Weiterarbeit gefährdet würde. Mit dem Wasserschöpfen ist insolange einzuhalten, bis die flüchtigen Schichten durchschnitten und die Brunnenröhre gegen das seitliche Eindringen von Material gesichert ist.

Bei solchen Brunnen, bei welchen wegen vorkommenden Triebsands ein Unterwaschen der Mauerung durch den Gebrauch zu befürchten ist, muß nach Fertigstellung des B. die Sohle durch Anschüttung mit einer (mindestens 0,5 m starken) Schichte Kies, welche ein genügendes Filter zur Abhaltung des Triebsands bilden muß, versichert werden.

Noch größeren Schwierigkeiten begegnet die Herstellung der B. in Schwimmsand, Rutschterrain, oder an Stellen ungleichen Erddrucks. Solche Schwierigkeiten ergeben sich besonders dann, wenn die Anlage eines B. infolge der durch Abholzung hervorgerufenen Wasserarmut der Thalgehänge an der tiefsten Stelle der Thalsohle erforderlich wird. Bei Herstellung solcher B. muß auf das sorgfältigste darauf gesehen werden, daß jede Bewegung des umliegenden Erdreichs und beim Senken der Trommel jedweder Hohlraum an der Außenseite derselben vermieden werde. Solche Arbeiten sollen nur durch sehr geschulte Arbeiter durchgeführt werden, und ist das Senken der Trommel, sobald sich Bewegungen im Untergrund, oder Erdfalten in der Umgebung zeigen, sofort einzustellen und die Brunnensohle behufs Hintanhalten des Zerdrückens der Röhre sorgfältig auszupilotieren. Der weitere Vortrieb des B. bis zu jener Tiefe, in welcher das Grundwasser in erwünschter Mächtigkeit fließt, kann, nachdem das Erdreich zur Ruhe gekommen ist, nur durch Bohren und Schlagen von eisernen Röhren mit geringem Querschnitt erfolgen.

Noch zeitraubender und mühseliger, wenn auch weniger der Gefahr des Mißlingens ausgesetzt, ist die Ausführung von Wasserstationsbrunnen durch Felsbänke oder in einem mit großen Findlingen durchsetzten Boden. Bei den Hilfsmitteln, welche die Technik der Neuzeit indes bietet, ist es übrigens möglich, auch in solchen Bodenarten günstige Ergebnisse zu erzielen.

Die Ausmauerung der Brunnenröhre geschieht meist mit lagerhaftem Bruchstein, auch mit Hausteinen (Hackelstein), seltener mit nach dem Fugenschnitt bearbeiteten Quadern. Nur wo kein Steinmaterial vorhanden ist, sollten frost- und wetterbeständige Ziegel verwendet werden. Im allgemeinen wird das Mauerwerk trocken ausgeführt und zumeist nur der obere Teil der Brunnenröhre auf circa 1 m Tiefe in Mörtel gemauert und oben mit einer Rollschar aus Ziegeln oder Haustein abgeschlossen. In solchen Fällen, in welchen die Absperrung einer unbrauchbaren Wasserschichte bezweckt werden soll, muß die Brunnenmauerung in Cementmörtel ausgeführt werden; das Gleiche gilt, wenn Flug- oder lehmiger Sand von dem Eindringen ferngehalten werden soll. In manchen Fällen genügt es jedoch, die Mauersteine satt in Moos zu legen. Bei der Aufmauerung soll jedenfalls Rücksicht auf die Anbringung der mechanischen Einrichtung genommen werden, um nachträgliche oft schwierige und zeitraubende Arbeiten zu ersparen.

Die Versicherung der Brunnensohle gegen aufquellenden Sand kann (abgesehen von Anschüttung mit Schotter) durch Betonieren der Sohle, Legen von Faschinen, Reis- oder Strohbündeln, sowie auch durch Einlegen eines dicht passenden und in den Fugen kalfaterten Bodens erreicht werden. Auf die Fernhaltung von Sand ist besonders zu sehen, nachdem bei Mitpumpen von Sand nicht nur die mechanische Einrichtung leidet, sondern auch Setzungen eintreten können, welche den Bestand des B. gefährden.

Gegen das Eindringen der vielfach verunreinigend wirkenden Tagwässer sind die B. durch Aufmauerung der Brunnenröhre über Terrain, sorgfältige Umpflasterung oder Ausführung einer dichten Rasenverkleidung zu schützen. Die Röhre wird in der Regel oben mit einem Holzdeckel abgeschlossen, in welchem die erforderlichen Thüren (Klappen) zum Einsteigen und Einbringen von Werkzeugen im Fall von Reparaturen angebracht sind. Zur Erleichterung der Reparaturen, sowie der zeitweise vorzunehmenden Untersuchungen sind in der Röhre Steigeisen oder Leitern und bei großen Tiefen auch Zwischenböden anzubringen.

Was die Situierung der Wasserstationsbrunnen anbelangt, so ist dieselbe selbstverständlich von den örtlichen Verhältnissen abhängig. Die Anlage innerhalb des Wasserstationsgebäudes (unterhalb des Reservoirs) ergiebt selbstverständlich die einfachste mechanische Einrichtung und bietet den Vorteil, daß sämtliche Teile der Wasserstation in einem Bauwerk vereinigt sind. Die Situierung im Gebäude ist jedoch nur dann zulässig, wenn guter Untergrund vorhanden ist, indem im Gegenfall besonders bei sandigem Untergrund mit dem Bestand des B. auch jener des Gebäudes gefährdet werden kann. Es werden daher die Wasserstationsbrunnen zumeist außerhalb der Gebäude angeordnet, in welchem Fall zwischen beiden Objekten eine Entfernung von 4—5 m bestehen soll. Die Anordnung außerhalb des Gebäudes bietet den Vorteil, daß der Bau der beiden Objekte unabhängig voneinander stattfinden kann. Hinsichtlich der mechanischen Einrichtungen für die Hebung des Wassers, siehe Pumpen und Wasserstationseinrichtung.

Unter die B. wären auch noch die vielfach in südlicheren Gegenden (Istrien, Spanien etc.) angewendeten Sammelbrunnen, Cisternen, zu zählen. Diesbezüglich s. den Artikel Cisternen.

(V. u. a. Paulus, Bau- und Ausrüstung der Eisenbahnen, Stuttgart 1875; Schmitt, Bahnhöfe und Hochbauten, Leipzig 1882.) Lang.

Brunnenfundierung, s. Gründungen.

Brustbaum, s. Bufferbohle.

Bruttoeinnahme, Bruttoertrag, die Roheinnahme, von welcher die Betriebskosten in Abzug gebracht werden müssen, um den Reinertrag zu finden (s. Betriebseinnahmen).

Bruttolast (*Total load; Charge*, f., *brute*), das Netto- oder nützliche Gewicht und die Tara oder das tote Gewicht eines Eisenbahnfahrzeugs zusammengefaßt.

Das erstere begreift die Gegenstände, deren Bewegung, Zweck der ganzen Transportleistung ist, also Personen (Passagiere) und Frachtgüter. Das tote Gewicht umfaßt die Transportmittel, mittels deren die Beförderung des nützlichen Gewichts bewerkstelligt wird, also das Eigengewicht der Fahrzeuge, wie Lokomotiven, Tender, Wagen, den nötigen Bedarf an Brennstoff, Wasser, Geschirr u. s. w., dann das Zugspersonal.

Die B. ist für die Kosten der Zugkraft der Züge, der Reparatur und auch teilweise für die Zahl des Fahrdienstpersonals entscheidend und wird daher zum Ausgangspunkt der Selbstkostenberechnung des Eisenbahntransports genommen. Aufgabe der Betriebsökonomie ist die Erzielung eines möglichst günstigen Verhältnisses des toten Gewichts zum nützlichen (Netto-) Gewicht, also möglichste Herabsetzung des toten Gewichts, namentlich des Eigengewichts der Wagen, möglichst starke Ladungsfähigkeit der Wagen und möglichste Ausnutzung der Ladungsfähigkeit. Der Erreichung dieses ideellen Ziels stellen sich vielfache Schwierigkeiten entgegen.

Was zunächst das Eigengewicht der Transportmittel betrifft, so ist dasselbe aus technischen Gründen in steter Zunahme begriffen, indem die Anwendung größerer Schnelligkeit eine stärkere Konstruktion sowohl der Wagen als der Maschinen erfordert.

Dieses Moment, sowie die zunehmenden Einrichtungen für den Komfort bei Personenwagen (Seitengang, Toilette, Beheizung, Beleuchtung, Ventilation etc.) machen vollständig jene Fortschritte der Technik wett, welche eine Reduktion des Eigengewichts ermöglichen.

Die Tragfähigkeit hat, was die Güterwagen betrifft, eine bedeutende Steigerung erfahren, und herrscht die Tendenz vor, Wagen mit größerer Tragfähigkeit zu bauen.

Die Ausnutzung der vollen Trag- (Ladungs-) fähigkeit der Wagen wird teils dadurch verhindert, daß verschiedene Transportartikel mit Rücksicht auf ihr Volumen nur die Ladung eines geringeren Quantums ermöglichen, teils dadurch, daß nicht immer die erforderlichen Mengen von Transportobjekten zur Füllung des Fassungsraums der Wagen vorhanden sind.

Das ziffermäßige Verhältnis zwischen Eigengewicht und Tragfähigkeit stellt sich wie folgt:

Das Eigengewicht der bedeckten zweiachsigen Güterwagen bewegt sich zwischen 6,3 und 6,9 t, jenes der offenen Wagen (Kohlenwagen) zwischen 4,4 und 6,1 t. Die durchschnittliche Tragfähigkeit der Güterwagen kann dermalen — wenigstens für Deutschland und Österreich — mit zehn Tonnen angenommen werden. Wagen mit kleinerer Tragfähigkeit (5—7,5 t) werden, wenn man von Arbeitswagen absieht, nur mehr selten gebaut; Wagen mit größerer Tragfähigkeit (15 t, Eigengewicht 6,5—7,2 t) kommen für Kohlen, sowie für Specialtransporte vor (Schienen etc.).

Bei Güterwagen repräsentiert das Eigengewicht nach vorstehendem etwa 30—40 % der gesamten B.

Was die Personenwagen anbelangt, so haben Coupéwagen ein Gewicht von 7,7—10 t, Wagen mit Seitengang ein solches von 10,5—11,8 t; es entfallen auf jeden Sitz bei Coupéwagen 150—500 kg, bei Interkommunikationswagen 220—650 kg bewegtes totes Gewicht. Nimmt man für jeden Reisenden ein Normalgewicht von 70 kg an, so stellt sich das Eigengewicht drei- bis siebenmal so groß, als die mögliche Belastung. Dr. Röll.

Bruttotonnenkilometer, die Summe der Produkte aus dem Gewicht der beförderten Personen und Frachten und der von diesen Massen durchfahrenen Weglängen, dann aus dem Gewicht der zum Transport verwendeten Wagen und der von denselben durchlaufenen Distanzen; sie bestehen sonach aus dem beförderten Nettogewicht und dem Eigengewicht der Wagen und ermöglichen die Ermittlung des für die Eisenbahnökonomie so wichtigen Verhältnisses der rollenden und toten Last, auf Grund dessen eine bessere Ausnutzung des Fahrmaterials angestrebt und sonach Ersparnisse im Eisenbahnbetrieb erzielt werden können.

Buchbillets, Billets in Buchform mit Coupons für die einzelnen Strecken. B. werden entweder für einfache Fahrten auf größere Entfernungen oder für Hin- und Rückfahrt, endlich als feste und kombinierbare Rundreisebillets ausgegeben und bestehen aus einer durch die Richtung der Fahrt bestimmten Anzahl von Streckencoupons und einem Umschlag (Titelblatt), auf welchem zumeist reglementarische Bestimmungen über die Benutzung der B. vorgedruckt sind.

Buchführung (*Book-keeping; Comptabilité*, f.) (Buchhaltung), im weiteren Sinn jedwede Rechnungsführung über Einnahmen und Ausgaben oder den Vermögensstand; im engeren Sinn die nach bestimmten Büchern erfolgende Verzeichnung aller in Geld oder Geldeswert zum Ausdruck kommenden Geschäftsvorfälle. Die Buchführung soll zu jeder Zeit einen klaren Überblick über die Gebarung, sowie den Stand des Geschäfts im ganzen und in seinen einzelnen Zweigen ermöglichen. Eine ordnungsmäßige B. ist nicht nur mit Rücksicht auf die sichere Leitung eines Geschäfts oder Unternehmens, sondern auch durch das Interesse aller Beteiligten geboten. Zur B. sind auch die Eisenbahnen, sowie andere über den Kleinbetrieb hinausgehende Unternehmungen durch die Bestimmungen des deutschen und österreichischen Handelsgesetzbuchs (Art. 28 und 272) verpflichtet, und besitzen nach diesen Bestimmungen ordnungsmäßig geführte Bücher eine entsprechende Beweiskraft (Art. 34).

Mit Rücksicht auf die hohe volkswirtschaftliche Bedeutung der Eisenbahnen und die bedeutenden Geldbeträge, welche in denselben angelegt sind, wird der B. bei den Eisenbahnen eine besondere Aufmerksamkeit zugewendet, und sind dieselben so wie andere öffentliche Unternehmen bemüßigt, den Aktionären, dem Publikum, den staatlichen Centralstellen, eventuell auch (bei Staatsbahnen) dem Parlament über den augenblicklichen Stand des Unternehmens, die Größe und Beschaffenheit des darin liegenden Vermögens und über den Gebarungserfolg Rechenschaft zu geben.

Die besonderen Verhältnisse des Eisenbahngeschäfts bringen es mit sich, daß die B. der Eisenbahnen komplizierter ist, als jene anderer größerer Unternehmen, und daß der Eisenbahnbuchhaltung gewisse charakteristische Eigentümlichkeiten anhaften. Die Verwaltung einer Eisenbahn wird nämlich nicht bloß an einem

Ort geführt, sondern setzt sich zusammen aus der Gebarung einer größeren oder geringeren Zahl von Stationsverwaltungen und anderen zur Rechnungslegung verpflichteten unteren Stellen des äußeren Dienstes (Materialmagazine, Bahnerhaltungsabteilungen, Reparaturwerkstätten, Heizhäuser u. s. w.), von welchen jede bis zu einem gewissen Grad als ein selbständiges Geschäft erscheint, auf das die Centralverwaltung geschäftlichen Einfluß nimmt, von ihr aus geleitet wird und welches der Centralstelle beständige Rechenschaft schuldet.

Es ergiebt sich somit bei den Eisenbahnen je nach dem Umfang des fraglichen Netzes eine mehr oder weniger weitgehende Decentralisation der B. und bei großen Bahnkomplexen die Notwenigkeit (z. B. bei den deutschen und österreichischen Staatsbahnen), mit der direkten B. für eine Anzahl von unteren Stellen gewisse Mittelstellen zu betrauen. In solchen Fällen beschränkt sich die B. der Centralstelle darauf, die Nachweisungen der Mittelstellen zu überprüfen und dieselben zu einer Hauptrechnung zusammenzufassen.

Die Eisenbahnbuchführung stellt die Gebarung der Eisenbahnverwaltung während eines bestimmten Zeitraums in geordneten Zahlen dar. Die rechnerischen Operationen sind dabei die bei weitem leichtere Aufgabe; schwieriger ist es, die große Menge der Zahlenangaben in eine übersichtliche Ordnung zu bringen. Diese Ordnung muß eine solche sein, daß jede einzelne für die Unternehmung wichtige Thatsache, jeder Teil des Betriebsergebnisses überhaupt verzeichnet ist und ohne Schwierigkeit aufgefunden werden kann.

Gegenstand der Eisenbahnbuchführung ist die Darstellung der Kosten der Anlage und der aus dem Betrieb einer Bahnlinie oder eines Netzes sich ergebenden finanziellen Erfolge.

Die A n l a g e k o s t e n stellen sich dar als eine Summe von zahlreichen Einzelkosten für Grunderwerb, Bahnkörper, Schienenweg, Hochbauten, Betriebsvorrichtungen, Fahrpark, Betriebsinventargegenstände verschiedener Art etc. Von diesen Werten bleiben einzelne Jahr für Jahr annäherungsweise gleich, so daß ihre einmal genau entworfenen Verzeichnisse für längere Zeit brauchbar bleiben, wenn nur alljährlich Zu- und Abgang zu- und abgeschrieben werden. In den beweglichen Vermögensteilen zeigt sich ein lebhafterer Wechsel. Der B e t r i e b zeigt jährlich eine überaus große Anzahl von einzelnen Betriebsereignissen, welche entweder Zu- oder Abflüsse, Einnahmen oder Ausgaben darstellen, oder wenigstens solche Ereignisse, die mit den Einnahmen und Ausgaben im Zusammenhang stehen. Einnahmen und Ausgaben können entweder in Geld oder in sachlichen Gütern bestehen; und demnach unterscheidet man G e l d- und N a t u r a l- (Material-) R e c h n u n g e n.

Die Führung der Bücher erfolgt entweder nach dem kaufmännischen Stil der doppelten (italienischen) Buchhaltung, nach dem Kameralstil, oder nach einem gemischten System.

Bei der d o p p e l t e n B u c h h a l t u n g, welche bei den meisten Privatbahnen, sowie auch bei den belgischen und französischen Staatsbahnen eingeführt ist, wird jeder Geschäftsvorgang auf zwei verschiedene Contos gebucht, indem jedem Schuldner sein Gläubiger und ebenso umgekehrt jeder Ausgabe die für dieselbe erfolgte Einnahme gegenübergestellt wird; was dem einen Conto debitiert wird, wird hierbei dem anderen Conto kreditiert. Demgemäß wird nicht nur für jede mit dem Unternehmen in Verbindung stehende Person, sondern auch für jeden Besitzteil, welcher Einnahmen oder Ausgaben, Gewinn oder Verlust bewirkt, ein Conto eröffnet. Man unterscheidet hiernach die Personencontos, welche zwischen dem Unternehmen und dessen Kommittenten über abgeschlossene Geschäfte, oder inpersonelle Sachcontos, Hilfscontos, auch tote Contos genannt, welche für Sachen errichtet werden.

Was den K a m e r a l s t i l anbelangt, so werden bei demselben sämtliche Einnahmen- und Ausgabenrubriken systematisch geordnet, wobei alle diese Rubriken ein unter sich zusammenhängendes Ganzes mit den notwendigen Haupt- und Unterabteilungen bilden. Nach diesem Stil werden zumeist die Bücher bei den Staatsbahnen geführt.

Manchmal erfolgt die B. auch nach einem g e m i s c h t e n S y s t e m. Hierbei wird in jenen Büchern, in welchen die Einnahmetitel andere sind als die Ausgabentitel mit Vorteil die Kameralform gewählt werden, bei welcher die sämtlichen Einnahmerubriken aneinandergereiht werden und dann die sämtlichen Ausgabenrubriken folgen. Jene Bücher dagegen, in welchen den Einnahmentiteln die gleichen Ausgabentiteln gegenüberstehen, werden passenderweise nach der kaufmännischen Form geführt.

Hinsichtlich der f o r m a l e n A n f o r d e r u n g e n, welche an die B. gestellt werden, ist Folgendes zu bemerken: Die Rechnungen müssen derart geführt sein, daß die zahlreichen Einzelergebnisse der Gesamtverwaltung so miteinander in Verbindung gesetzt werden, daß es leicht wird, jedes einzelne zu finden, das Hauptergebnis hervortreten zu sehen und dessen Richtigkeit prüfen zu können. Hierzu dienen:

systematische Anordnung der verbuchten Thatsachen;

Gleichförmigkeit der Darstellung, so daß von jedem angeführten Gegenstand dasselbe gesagt wird, wie von den übrigen Gegenständen der gleichen Art;

Einfachheit und Bestimmtheit des Ausdrucks;

Sauberkeit und Deutlichkeit in Schrift und Rechnung, Verbot des Radierens;

übersichtliche Anordnung des Materials in Tabellenform.

Jedes Buch stellt sich als eine (nur aus Bequemlichkeitsgründen in eine Reihe von einzelnen Blattseiten geteilte) Tabelle dar, in deren Spalten (Kolumnen) die einzelnen P o s t e n eingetragen werden. Jeder Geschäftsvorfall bildet einen Posten und jeder Posten bildet eine durch die verschiedenen Spalten der Tabelle sich hindurchziehende Zeile. Die Aufeinanderfolge der Posten kann geschehen

1. nach der Z e i t f o l g e (chronologische Anordnung); die Bücher, welche die Posten nach der Zeitfolge ordnen, sind Tagebücher (Journale, Memoriale);

2. nach einer s a c h l i c h e n O r d n u n g (Ordnungs-, Rubriken-, Contobücher etc.).

Den natürlichen Zeitabschnitt für alle Rechnungen bildet das Jahr und hat daher jede mit der Führung von Büchern betraute Stelle eine Jahresrechnung zu verfassen. Doch kommen

in der Eisenbahnbuchführung viele Bücher vor, welche nicht nur jährlich, sondern monatlich und selbst täglich dergestalt abgeschlossen werden, daß für jeden solchen Zeitabschnitt die Gesamtsumme der Einnahmen (Soll) und Ausgaben (Haben) und der hieraus sich ergebende Saldo zu ersehen sind.

Wichtig für die Übersichtlichkeit der B. ist die Konzentrierung von gleichnamigen oder gleichartigen Posten. Hierzu müssen alle jene Geschäftsvorfälle, die in größerer Anzahl vorzukommen pflegen, in besonderen Büchern notiert, zu größeren Posten vereinigt und dann erst diese größeren Posten in diejenigen Bücher eingetragen werden, welche den Gesamtüberblick geben sollen.

Ad 1. Die Tagebücher (Journale) enthalten den Stoff zur Bildung der anderen Rechnungen. Aber selbst bei den Tagebüchern findet eine sachliche Anordnung der Einträge insofern statt, als gewisse Bücher bloß für Einträge gewisser Art bestimmt sind. In der Eisenbahnbuchführung erscheinen als die wichtigsten in Tagebuchform geführten Bücher:

a) Kassenjournale, welche Übersicht über den jeweiligen Stand der Kassen geben sollen; sie werden in der Regel so gebildet, daß direkt in sie alle einzelnen, die Kasse betreffenden Posten eingetragen werden. Bei Eisenbahnhauptkassen, welchen auch die systematische Verrechnung (Buchführung) obliegt, muß ein weiterer Ausbau der Kassenbuchführung in der Weise stattfinden, daß neben dem Journal, in welchem jeder Ausgang und Eingang eingetragen wird, für jeden Fonds, über den besondere Rechnung gelegt werden muß, auch ein besonderes Manual geführt wird. So namentlich über die Einnahmen und Ausgaben der Betriebsverwaltung, über Werkstättenconto, Materialienconto, über die Baufonds, über Pensions- und Witwenfonds, Unterstützungsfonds, Amortisationsfonds u. s. f. Daneben führt der Kassierer selbst sein eigenes Kassebuch (Hauptjournal).

b) Betriebsjournale (Durchführungsjournale, Prima-Nota) haben den Zweck, alle Nichtkasseposten, die den Betrieb betreffen, in chronologischer Folge zu ordnen, damit dieselben als Grundlage für die systematische Darstellung des Gesamtbetriebs dienen können.

ad 2. In die Ordnungsbücher werden aus den Tagebüchern, eventuell aus den Belegen die Posten nach einer bestimmten sachlichen Ordnung übertragen. Die Anzahl der Ordnungsbücher richtet sich nach den besonderen Verhältnissen und dem Umfang des Unternehmens und kann in gewissen Fällen eines oder das andere entbehrt, dieses oder jenes dagegen wieder in mehrere Bücher zerlegt werden. Die hauptsächlichsten im Eisenbahnwesen vorkommenden Ordnungsbücher sind:

a) die Kassenbücher; bei großen Bahnen ist eine ganze Reihe solcher Bücher erforderlich, indem nicht allein jede Stationskasse, sondern auch jeder abgesonderte Zweig der Centralverwaltung sein eigenes Kassenbuch führt. Dort, wo die Verrechnung bei der Haupt- oder Betriebsamtskasse geführt wird (Preußen), geschieht die B. immer in chronologischer und zugleich in systematischer Ordnung, um eine ununterbrochene Übersicht über den ganzen Kassenverkehr zu liefern. Ist die Kasse in einzelne Fonds zerlegt, so wird für jeden dieser Fonds ein besonderes Conto, bezw. ein eigenes Buch angelegt. In jenen Fällen, in welchen die B. einer eigenen Stelle übertragen ist, wird bei den Kassen nur ein einfaches Kassenjournal zu führen sein.

b) Die Betriebsbücher (Etatcontobücher, Detailhauptbücher), welche in eine größere Anzahl von Contis, bezw. Büchern zerfallen können, insofern bei der Centralverwaltung für jeden einzelnen Zweig der Betriebseinnahmen und der Betriebsausgaben gesonderte Bücher geführt werden. Die Betriebsbücher haben die Aufgabe, den Betrieb nach seinen einzelnen Teilen zu verfolgen und sein Ergebnis darzustellen. Nur ganz kleine Unternehmungen können mit einem oder wenigen Betriebsbüchern ausreichen; große Bahnen bedürfen einer größeren Anzahl derselben. Der Abschluß der Betriebsbücher besteht in der Ermittlung der Einnahmen und Ausgaben für jeden Betriebszweig, bezw. von Gewinn und Verlust auf jedem einzelnen Conto und in der Konzentration der Saldi zum Gesamtgewinn oder Verlust. Die Betriebsbücher liefern hauptsächlich das Material für die Eisenbahnstatistik, für die Berechnung von Durchschnittsergebnissen und Prozentverhältnissen. Solche Durchschnittsergebnisse und Prozentverhältnisse geben viel deutlicheren Aufschluß über den Gang des Betriebs, als eine Vergleichung der Betriebsergebnisse in absoluten Zahlen. Dergleichen Prozentberechnungen und Durchschnittsergebnisse werden zweckmäßigerweise nach Abschluß der Betriebsbücher in besonderen Tabellen gesammelt, um als Erläuterungen den Rechenschaftsberichten beigegeben zu werden.

c) Abrechnungsbücher für das Abrechnungswesen mit anderen Bahnen (s. Abrechnung), welche vielfach nicht unmittelbar bei der Buchhaltungsstelle, sondern von der Einnahmenkontrolle geführt werden.

d) Das Hauptbuch. Das Hauptbuch der doppelten Buchhaltung hat denselben Zweck wie die Jahres- oder Hauptrechnung bei der kameralistischen B. Bei letzterer wird das Hauptbuch nach einem Rubrikensystem angelegt, indem vom Jahresanfang an die Rubrizierung so eingetragen wird, daß für jede Abteilung der nötige Raum leer bleibt. Die einzelnen Ausgaben- und Einnahmenposten werden sodann aus den Tagebüchern herübergeschrieben, bezw. direkt aus den Belegen eingetragen, am Ende jeder Abteilung die Summen der Unterabteilungen rekapituliert, und ebenso schließlich die Gesamtheit der Einnahmen und Ausgaben. Die Aufstellung einer Jahresrechnung ist dann nur eine zusammengezogene, verkürzte Abschrift des Hauptbuchs.

Bei der doppelten Buchhaltung dient das Hauptbuch zur Bildung des gesamten Geschäftsabschlusses auf Grund der übrigen Bücher, indem die Abschlüsse der einzelnen Bücher auf den Contos des Hauptbuchs zu einem Hauptabschluß gruppiert werden. Dieser dient zugleich als Kontrolle der übrigen Bücher. Dabei läßt sich das Hauptbuch entweder so einrichten, daß es nur Ausgleichungscontos (Kapitalconto, Gewinn- und Verlustconto, Bilanzconto), oder außer den Ausgleichungscontos auch noch Generalcontos enthält, welche über die Specialabschlüsse der anderen Bücher Übersicht gewähren. In letzterem Fall wird im Hauptbuch

jedes mit ihm in Verbindung gebrachte Geschäftsbuch durch ein Generalconto vertreten.

Als zur B. im weiteren Sinn gehörig, sind noch die Inventar- und Material-Evidenzbücher zu erwähnen, welche sowohl von den unteren Stellen des äußeren Dienstes (Stationen, Bahnerhaltungsabteilungen, Werkstätten etc.), als auch bei den Mittel- und Centralstellen geführt werden und dazu dienen, Aufschluß über den Stand, den Zuwachs und Abgang an Material zu geben.

Zur Beweisführung über die Richtigkeit der Eintragungen in den Büchern dienen besondere Rechnungsurkunden oder Belege. Jeder einzelne Zweig der Eisenbahnverwaltung, sowie jeder Beamte muß darauf bedacht sein, die Richtigkeit der von ihm erledigten Geschäftsvorfälle beweisen zu können. Die dazu nötigen Belege müssen schon während der Geschäftsführung beschafft werden, und sowie ein Posten durch die erste Aufzeichnung in die B. übergeht, muß der dazu gehörige Beleg in die Belegführung kommen. Die Belege können sein:

a) Autorisationsnachweise, wie z. B. Betriebsreglements, Dienstinstruktionen, genehmigte Voranschläge, Genehmigungen, Anweisungen oder Aufträge zu Geschäftshandlungen seitens der vorgesetzten Behörde. Für diejenigen Buchungsposten, welche aus dem gewöhnlichen, dem reglementmäßigen Betrieb erwachsen und wo die Autorisationsnachweise in gesetzlichen oder reglementmäßigen Bestimmungen oder in Dienstinstruktionen liegen, bedarf es natürlich keiner besonderen Sammlung der Autorisationsnachweise; dieselben können als notorisch gelten.

b) Vollzugsnachweise; dieselben bestehen hauptsächlich in Einkaufs- und Verkaufsrechnungen, Quittungen, Fakturen, Noten, Lieferscheinen und sonstigen Bescheinigungen.

c) Bestandsnachweise, als: Revisionsprotokolle, Controlleurbescheinigungen etc.

An alle Belege ist die Anforderung zu stellen, daß dieselben eine genaue Bezeichnung des Geschäftsvorfalls, die Zeit und die Unterschrift des Ausstellers, die Bestätigung der ordnungsmäßigen Leistung oder Lieferung, die Klausel bezüglich der Liquidität (durch das Kontrollbureau), die Zahlungs- (Empfangs-) Anweisung der hierzu autorisierten Dienstesstelle etc. enthalten. Die Belege werden am passendsten nach der Zeit ihres Eingangs mit Nummern versehen und diese Nummern bei den betreffenden Buchstaben angegeben. Außerdem können die Belege auch nach den verschiedenen Abteilungen der Geschäftsführung, also sachlich geordnet werden.

Was die Rechnungsablegung anbelangt, ist dieselbe als Nachweis für die ordnungsmäßige Geschäftsverwaltung am Schluß einer Betriebsperiode sowohl bei Privatbahnen als bei Staatsbahnen notwendig. Bei Privatbahnen ist die Direktion der Generalversammlung der Aktionäre eine solche Rechnungsablegung schuldig, bei Staatsbahnen sind das Staatsoberhaupt und die Volksvertretung berechtigt, Rechnungsablegung von der Direktion zu fordern. In ihrer Ausführung ist die Rechnungsablegung eine Verbindung des Hauptinhalts der B. mit der Belegführung.

Die Rechnungsablegung kann eine specielle sein, wenn sie die Gesamtheit der Geschäfts- und Buchführung vorführt und als richtig nachweist, oder eine summarische, wenn sie nur die Hauptresultate, die Abschlüsse darlegt, ohne dabei einen Nachweis über ihre Richtigkeit direkt zu liefern.

Die Rechenschaftsschriften sind entweder direkt belegte, in welchen die Richtigkeit aller Ansätze durch beigelegte Belege bewiesen wird, oder indirekt belegte, die sich hinsichtlich der Richtigkeit ihrer Ansätze entweder auf die Buch- und Belegführung oder auf direkt belegte Rechnungen stützen. In Bezug auf die Detaillierung der dargestellten Geschäftszustände unterscheidet man specielle Rechnungen (welche meist direkt belegt sind) und Generalübersichten (in der Regel indirekt belegt), zu welchen namentlich Betriebsberichte, Geschäfts- oder Rechenschaftsberichte gehören.

Hinsichtlich der Vermögenszweige und Geschäftsabteilungen, worüber Rechenschaft abgelegt wird, unterscheidet man Geld- oder Kassenrechnungen, Materialien- und Inventarienrechnungen, Baurechnungen und Betriebsrechnungen. Nach der Zeit, über welche Rechnung abgelegt wird, unterscheidet man Rechnungen auf ganze Betriebsperioden und Stückrechnungen.

a) Die specielle Rechnungsablegung soll gründlichen Nachweis über die Verwaltung des Vermögens und eine besondere Darlegung der Resultate des technischen Betriebs und Handels geben, also nicht allein Gewissenhaftigkeit, sondern auch technische und finanzielle Zweckmäßigkeit nachweisen.

Im allgemeinen werden für jede Betriebsperiode so viele Rechnungen gelegt werden müssen, als es Rechnungspflichtige im Geschäft giebt (z. B. Kassierer, Güterverwalter, technische Beamte). Dann verbinden sich die einzelnen Teile der Rechnungsablegung erst bei der Direktion (Mittelstelle oder Centralverwaltung) zu einem Ganzen. Die einzelnen Teile solcher zusammengesetzten Rechnungen sind:

Kassen- oder Geldrechnung, welche die Richtigkeit der Geldeinnahmen und -Ausgaben, sowie die Richtigkeit des Kassenvorrats beweisen soll und in drei Abteilungen zerfällt: in Einnahmenrechnung, Ausgabenrechnung und Abschluß.

Die Rechnung über Aktiv- und Passivschulden etc. hat den Zweck, die Richtigkeit der Forderungs- und Schuldbestände nachzuweisen, sowie die Richtigkeit aller Geschäfte, wodurch Schuldverhältnisse entstanden oder geändert wurden.

b) Die Material (Natural-) rechnung soll die Richtigkeit aller Material-Einnahmen, -Ausgaben und -Bestände nachweisen. Specielle und belegte Naturalrechnungen haben gewöhnlich die Form der Bestandsregister oder der Inventarien, wenn sie auf Grund der einfachen B. gefertigt sind, Conto- oder Tabellenform dagegen, wenn sie auf doppelter B. basieren.

Die Inventarienrechnung hat die Form eines Inventarbuchs und soll die Richtigkeit des Zuwachses, des Abgangs und des Bestands an Betriebsanlagen und Gerätschaften nachweisen. Baurechnungen hängen damit zusammen.

Die Betriebsrechnung hat den Zweck, die Richtigkeit des Betriebsaufwands, der Produktion und der abgeschlossenen Betriebs-

resultate nachzuweisen; in ihrer Einrichtung folgt sie der Form des Betriebsbuchs.

Während der größte Teil der Belege schon bei den erstgenannten Abteilungen, bei den Rechnungen über die Geld- und Kreditgeschäfte angezogen wird, hat es die Betriebsrechnung nicht mehr mit einzelnen Belegen zu thun, sondern stützt sich auf die bereits belegten Rechnungen.

Die summarische Rechnungsablegung kommt hauptsächlich da vor, wo der Hauptzweck der Rechnungsablegung durch Vorlage der Bücher und Belege bewirkt wird und nur die Schlußresultate besonders vorgeführt und begründet werden müssen.

Hauptinhalt solcher Rechenschafts- oder Geschäftsberichte ist:

1. Darlegung des Geschäftsabschlusses. Geschäfte mit doppelter B. stellen hierzu den Vermögensabschluß nach dem Bilanzconto und den Ertragsabschluß nach dem Gewinn- und Verlustconto aus.

2. Beleuchtung und Motivierung des Geschäftsabschlusses. Hierbei soll das Wichtigste der Ausführungen in der abgelaufenen Betriebsperiode hervorgehoben werden. Es kommt dabei im allgemeinen darauf an, ob der Erfolg ein günstiger oder ungünstiger war und wie weit etwaige Betriebsausfälle zu motivieren sind. Der einfachste Maßstab zur Beurteilung des Betriebserfolgs ist die Vergleichung seines Resultats mit dem Voranschlag oder mit den Resultaten der letzten Betriebsperioden. Die Umstände, welche eine Abweichung des letzten Betriebserfolgs herbeiführten, müssen hervorgehoben werden. Es kann hier namentlich in Frage kommen, ob die Wechselfälle des Erfolgs etwa herbeigeführt wurden durch Konkurrenzlinien, durch mangelhafte Fahrpläne, fehlende oder hergestellte Anschlüsse, neue Zweiglinien und Verbindungsbahnen, durch Ersparnisse oder Vermehrungen der Betriebskosten, durch technische oder administrative Änderungen, durch Betriebsstörungen, Tarifreformen, Finanzmaßregeln etc.

3. Vorschläge der Geschäftsführung. Dieselben sollen die künftige Geschäftsgebarung, wie sie nach den gemachten Erfahrungen ratsam erscheint, andeuten und namentlich Vorschläge bezüglich der Verwendung des erzielten Ertrags (Größe der zur Verteilung kommenden Summen, Absetzung von Ertragsteilen in den Reservefonds etc.), sowie bezüglich des künftigen Betriebs (Erweiterung, neue Ankäufe, neue Anlagen, Einstellung von Betriebsabteilungen, Einführung neuer Einrichtungen, Änderungen in der Verwaltung und dem Haushalt u. s. f.) enthalten.

Was die Dienststellen (Abteilungen) anbelangt, welche die B. besorgen, so sind dieselben sehr verschiedenartig organisiert; bald ist es die Kasse, welche die B. besorgt (wie z. B. bei den preußischen und bayrischen Staatsbahnen), bald ist die B. von den Kassegeschäften getrennt und von einer besonderen Buchhaltungs- (Rechnungs-) Abteilung besorgt, welcher außerdem häufig auch die Rechnungs- und Kassenkontrolle überwiesen ist.

Bei den Eisenbahndirektionen der preußischen Staatsbahnen wird die Buchung der Einnahmen und Ausgaben der Centralverwaltung, sowie die Verrechnung sämtlicher Transporteinnahmen und die summarische Verrechnung der Ausgaben der Betriebsämter von der Eisenbahnhauptkasse besorgt, und fungiert ein Kassenrat als Decernent für Etats-, Kassen- und Rechnungssachen (Kassenrat). Die Zusammenfassung der Rechnungsergebnisse sämtlicher Direktionen erfolgt bei dem Ministerium der öffentlichen Arbeiten. Bei den Eisenbahnbetriebsämtern besorgen die Eisenbahnbetriebskassen die Verrechnung der Einnahmen und Ausgaben der Eisenbahnbetriebsämter. Insoweit solche Betriebskassen nicht errichtet sind, werden die denselben zukommenden Geschäfte von der Hauptkasse, bezw. von den Stationskassen der betreffenden Eisenbahndirektion mit wahrgenommen (s. Organisationsstatut der preußischen Staatseisenbahnverwaltung).

Bei der Generaldirektion der bayrischen Staatsbahnen wird die B., bezw. das Rechnungswesen von der Finanzabteilung (IV) besorgt. Jedem Oberbahnamt ist eine „Oberbahnamtskasse" untergeordnet, welche die Verrechnung der Einnahmen und Ausgaben des Oberbahnamts zu besorgen hat. Der mit der Leitung derselben betraute „Bezirkskassier" hat bei allen den Etat, das Kassen- und das Rechnungswesen des Oberbahnamtsbezirks berührenden Geschäften mitzuwirken. Die Oberbahnamtskassen haben allmonatlich einen besonderen Auszug aus dem Hauptbuch anzufertigen, welcher Einnahmen und Ausgaben der Vormonate und des Nachweisungsmonats kapitelweise zur Darstellung zu bringen und am Schluß eine bündige Begründung des vorhandenen Kassastands zu enthalten hat. Diese Hauptbuchsauszüge sind an die Generaldirektion einzusenden, welche dieselben nebst dem vollständigen Hauptbuchsauszug der Bahnbetriebscentralkasse unmittelbar dem Staatsministerium der Finanzen vorlegt.

Bei den badischen Staatsbahnen besteht für die Besorgung der B. eine eigene Rechnungsabteilung, während die Kassengeschäfte von der ebenfalls unmittelbar unter der Leitung der Generaldirektion stehenden Eisenbahnhauptkasse durchgeführt werden.

Eine ähnliche Organisation findet sich auch bei den sächsischen und württembergischen Staatsbahnen.

Bei den österreichischen Staatsbahnen besteht eine Abteilung für „Kontrolle", welcher (außer der Besorgung des eigentlichen Kontrolldienstes und des Kassenwesens) die Buchführungsstelle untersteht. Derselben legen die bei den Eisenbahnbetriebsdirektionen bestehenden „Rechnungsbureaux" Auszüge aus den Büchern zur Führung der Generalübersicht und Zusammenstellung der gesamten finanziellen Betriebsergebnisse vor.

Bei der Direktion der ungarischen Staatsbahnen besorgt die „Finanzielle Hauptsektion" (außer den Agenden der Hauptkasse und Kontrolle) das Rechnungswesen; bei den Betriebsleitungen bestehen beigeordnete Rechnungsabteilungen.

Bei den Schweizer Bahnen ist die B. und das Kassenwesen zumeist einer und derselben Abteilung (Betriebskontrolle, Generalkomptabilität), der Direktion, überwiesen.

Bei den holländischen Bahnen wird die B. von einer Abteilung besorgt, welcher nebstbei auch die Magazinsverwaltung, die

Kanzleigeschäfte (bei der holländischen Eisenbahn auch das Tarif- und Fahrplanwesen) unterstellt ist.

In Frankreich wird das gesamte Rechnungs- und Kontrollwesen bei der Centraldirektion besorgt, bei welcher zumeist eine Abteilung für *Service de la Comptabilité générale et des Finances* nebst einer *Caisse générale* besteht.

Bei den italiienischen Bahnen ist zumeist die B. vom Kassendienst getrennt und wird, wie z. B. beim Mittelmeernetz, von der Centralstelle für Kontrolle besorgt.

Bei den englischen Bahnen wird das Rechnungswesen von einem *Chief accountant* geleitet. Dieser Hauptrechnungsbeamte hat verschiedene Abteilungs-, Rechnungs- oder Kontrollbeamte (*Departemental accountants and Auditofficers*) unter sich, und bestehen seine Geschäfte hauptsächlich in der Prüfung und Zusammenstellung der von diesen Unterabteilungen aufgestellten Ergebnisse.

Buckelplatte, ein plattenförmiger, nach oben gewölbter Konstruktionsteil, welcher insbesondere zur Bildung von Brückenfahrbahnen dient, s. Eisenbrücken.

Budapest-Czinkota (10,600 km), schmalspurige Vicinalbahn im Betrieb und Eigentum der Budapester Straßenbahngesellschaft, geht von der Kerepeser Straße in Budapest neben dem Centralbahnhof der kgl. ungarischen Staatseisenbahnen über Rakosfalva nach Czinkota. Die Konzession erfolgte über a. h. Entschließung vom 25. Februar 1887 mittels Urkunde vom 9. März desselben Jahrs. Dieselbe beruht auf dem ungarischen Lokalbahngesetz (Ges.-Art. XXXI ex 1880). Das Baukapital betrug 400 000 fl. Der Bau der Bahn hat im Sommer 1887 begonnen; am 19. Juli 1888 hat die Eröffnung stattgefunden.

Budapester Lokalbahn - Aktiengesellschaft, Vereinigung der der Budapester Straßenbahngesellschaft eigentümlichen Lokalbahnen Budapest (Altofen)-Szt. Endré, Budapest-Soroksár-Haraszti und Budapest (Ludoviceum)-Szt. Lörincz. Bei der am 28. Dez. 1889 stattgehabten Konstituierung wurde als Zweck der Gesellschaft die Übernahme der von der Budapester Straßenbahngesellschaft ausgebauten und von ihr betriebenen Lokalbahnen, ferner die eventuelle künftige Erweiterung des Betriebsnetzes durch Ausbau neuer und Erweiterung bereits bestehender anderer Linien, endlich die eventuelle Aufnahme von Frachtgeschäften bestimmt. Das Gesellschaftskapital wurde von der ungarischen Regierung mit $2^1/_2$ Mill. Gulden festgestellt, und zwar in der Weise, daß 40 Prozent desselben mittels Stammaktien und 60 Prozent mittels Prioritätsobligationen zu bedecken sind. Den Prioritätsaktien wird eine $4^1/_2$%ige Dividende aus dem jeweiligen Jahresertrag zugesprochen, während der restliche Überschuß zur Deckung der Verzinsung der Stammaktien bis $4^1/_2$% und der nach diesem noch verbleibende Rest des Jahreserträgnisses zur Bezahlung einer Superdividende bei gleichmäßiger Berücksichtigung beider Titres verwendet werden soll. Die Amortisation des Aktienkapitals hat binnen 90 Jahren im Weg der Verlosung zu erfolgen.

1. Budapest-Soroksár-Haraszti (15,460 km), schmalspurige Vicinalbahn, welche von Budapest nächst dem Schlachthaus ausgehend über Erzébethfalva nach Soroksár und Haraszti führt. Auf Grund der a. h. Entschließung vom 15. Juni 1886 und mittels Urkunde vom 30. Juni desselben Jahrs wurde der Budapester Straßenbahngesellschaft zunächst die Konzession für die Linie Budapest-Soroksár auf die Dauer von 90 Jahren erteilt. Die Konzession beruht auf dem ungarischen Lokalbahngesetz (Ges.-Art. XXXI ex 1880) und gewährt die für die Lokalbahnen üblichen Erleichterungen. Die Bahn (9,736 km) ist von den Straßenbahnremisen nächst der Üllöerlinie, solange sie sich im Weichbild der Stadt befindet, zweigleisig, von da ab eingleisig hergestellt, und wurde am 7. August 1887 dem Betrieb übergeben. Noch während des Baues suchte die Straßenbahngesellschaft um die Bewilligung zur Weiterführung ihrer Linie von Soroksár nach Haraszti an (5,724 km) und erhielt die bezügliche Konzession über a. h. Entschließung vom 7. Juni 1887 mittels eines vom 16. Juni 1887 datierten Anhangs zur Konzession für die Linie Budapest-Soroksár. Vermöge desselben gilt die Strecke Soroksár-Haraszti als integrierender Teil der Linie Budapest-Soroksár und finden auf dieselbe im großen und ganzen die Konzessionsbestimmungen für die letztgenannte Linie Anwendung. Die Dauer der Konzession und der Steuerfreiheit der Fortsetzungsstrecke endet daher gleichzeitig mit jener der älteren Linie, deren Baukapital mit Rücksicht auf die Fortsetzung von ursprünglich 500 000 fl. auf 700 000 fl. erhöht wurde. Der Bau der Linie Soroksár-Haraszti hat gleich nach der Konzessionierung begonnen und wurde der Betrieb am 24. November 1887 eröffnet.

2. Budapest-Szt. Endréer Lokalbahn (16,3 km), schmalspurige Lokalbahn, am 30. April 1887 konzessioniert, geht vom Filatoridamm (bei Altofen) über Békásmegyer, Kaláz und Pomáz nach dem Städtchen Szt. Endré, welches den Mittelpunkt für den Viktualienhandel der übrigen an der Donau gelegenen Nachbargemeinden bildet, deren Bewohner bedeutende Quantitäten zur Approvisionierung der Hauptstadt stellen. Am 20. September 1888 wurde der damaligen Eigentümerin, der Budapester Straßenbahngesellschaft, die Konzession für den Bau und Betrieb einer Verbindungsbahn behufs Fortsetzung der Linie vom Filatoridamm zum Altofener Hauptplatz erteilt. Unterm 13. Juli 1889 hat der ungarische Handelsminister einen Nachtrag zu dieser Konzessionsurkunde hinausgegeben, welcher die Modifikation einiger Paragraphen derselben, sowie Erleichterungen in technischer Beziehung, ferner die Bewilligung zum Bau und Betrieb einer als Ausweiche dienenden Flügelbahn durch die Spitalgasse (Korháy-utcza) enthält. Die Strecke Filatoridamm bis Szt. Endré wurde am 16. August 1888 eröffnet. Das Baukapital war mit 650 000 fl. bemessen.

3. Budapest-Szt. Lörinczer Vicinalbahn-Aktiengesellschaft mit dem Sitz in Budapest, konstituierte sich am 28. Juni 1886, nachdem am 11. März desselben Jahrs die a. h. Konzession zum Bau und Betrieb einer von Budapest nächst dem Garnisonsspital ausgehenden und über Kispest bis zur Ziegelfabrik in Szt. Lörincz führenden schmalspurigen (0,76 m) Vicinalbahn den Bewerbern erteilt worden war. Die Konzession beruht auf

dem ungarischen Lokalbahngesetz (Gesetzartikel XXXI ex 1880) und gewährt dem Unternehmen 30jährige Steuerfreiheit, zehnjährige Befreiung von der Transportsteuer und sonstige technische Erleichterungen. Der Bau der 7,3 km langen Bahn wurde Ende 1886 in Angriff genommen und derart gefördert, daß die Eröffnung am 10. April 1887 erfolgen konnte. Das Baukapital war mit 160000 fl. festgesetzt, das Anlagekapital beträgt 200000 fl. Am 17. April 1889 erhielt die Gesellschaft die Konzession zur Fortsetzung ihrer Linie vom Garnisonsspital in das Weichbild der Stadt Budapest bis zur Honvéd-Ludovika-Akademie (0,89 km). Die faktischen Baukosten dieser Linie waren mit 34000 fl. festgestellt. Dr. Ziffer.

Budapester Lokomotiv-Ringbahn (16,112 km), auf Kosten der ungarischen Regierung in Gemäßheit eines Gesetzes vom 9. Juli 1888 erbaute Bahn, zum Zweck der Verbindung der einzelnen Fabriks- und Industrieunternehmungen am linken Donauufer der Hauptstadt Budapest mit den Eisenbahnstationen. Von der Station Köbanya (Steinbruch), bezw. Rákos, der kgl. ungarischen Staatsbahnen ausgehend, übersetzt die Ringbahn die verschiedenen Fahrbahngleise der von Budapest ausmündenden Landstraßen, den Rákosbach und die Lokalbahn Budapest-Czinkota. Nach Überschreitung der Csömörerstraße und der Elisabethstraße, sowie nach Überbrückung der südöstlichen Linie der österreichisch-ungarischen Staatseisenbahngesellschaft (Budapest-Rákospalota) wendet sie sich nach der Station Palota, nimmt sodann die westliche Richtung gegen Lipótvar (Leopoldstadt) und wird von hier an die Donau geführt, wo sie bei der Garamgasse ihr Ende erreicht. Die Ringbahn wird mit Anwendung der Bestimmungen des Gesetzartikels XXXI ex 1880 und des diesen ergänzenden Gesetzartikels IV ex 1888 als Lokalbahn betrachtet und dementsprechend betrieben. Sowohl in Bezug auf das Eigentumsrecht, wie in Betreff des Betriebs bildet die B. einen integrierenden Bestandteil des Netzes der ungarischen Staatsbahnen. Die Eröffnung der Bahn, welche vorläufig nur für den Güterverkehr bestimmt ist, erfolgte am 26. September 1889. Die effektiven Baukosten betrugen 728426 fl. Dr. Ziffer.

Budapester Verbindungsbahn ist eine aus Staatsmitteln unter der Leitung der kgl. ungarischen Staatsbahnen gebaute und 1877 fertiggestellte Eisenbahn, welche zunächst von der Station Köbanya (Steinbruch) der kgl. ungarischen Staatsbahnen ausgehend, die Station Budapest-Ferenczváros berührt und nach Überschreitung der Donau in die Linien der Südbahngesellschaft zwischen den Stationen Promontor und Budapest bei Budapest-Kelenföld mündet. Von der Station Budapest-Ferenczváros der 10,3 km langen Hauptbahn, führen zwei Abzweigungen, und zwar eine nach dem Budapester Schlachthaus (0,9 km), die andere nach dem Hauptzollamt (3,5 km). Aus der kurrenten Bahn zwischen den Stationen Budapest-Ferenczváros und Köbanya zweigt außerdem eine Linie zu den Budapester Borstenviehmaststallungen ab (1,0 km). Die Hauptbahn bildet zugleich einen Teil der ungarischen Staatsbahnlinie Budapest-Bruck a. L. und verbindet die nördlichen Linien der ungarischen Staatsbahnen mit den Linien der österreichischen Südbahn und Ofen-Fünfkirchener Eisenbahn. Die B. sollte nicht nur die Approvisionierung der ungarischen Hauptstadt durch billige Zufuhr der hauptsächlichsten Produkte fördern, sondern auch einen direkten Schienenweg für jene Waren herstellen, welche aus dem Südosten des Landes und den adriatischen Häfen kommend, für den Norden Ungarns, für Norddeutschland oder Rußland bestimmt sind.

Der Ausbau der vorgedachten Linien wurde mit Gesetzartikel IX vom Jahr 1872 angeordnet und hierfür ein Baukapital von 8750000 fl. bewilligt. Ende 1875 wurde der Bau begonnen und derart gefördert, daß sowohl die Hauptstrecken als auch die Zweiglinien mit 1. November 1877 dem Verkehr übergeben werden konnten. Die ungarische Regierung hat sich in Ansehung der Wichtigkeit der Verbindungsbahn veranlaßt gesehen, dieselbe zweigleisig zu projektieren und demnach auch das Terrain für eine zweigleisige Bahn erworben. Sämtliche Kunstbauten, sowie auch die 400 m lange Donaubrücke, und teilweise der Unterbau wurden der Doppelspur entsprechend ausgeführt (s. auch Ungarische Staatsbahnen). Dr. Ziffer.

Budapester Zahnradbahn, s. Schwabenberg-Bahn.

Budapest-Fünfkirchener Eisenbahn *(Budapest-pécsi vasút)*, eine im Königreich Ungarn gelegene, normalspurige und eingleisige Hauptbahn (264 km) im Betrieb der ung. Staatseisenbahnverwaltung, umfaßt die 205,98 km lange Strecke Budapest-Kelenföld-Budafok-Rétszilas-Simontornya-Uj-Dombovár-Szt. Lörincz, ferner die 1,68 km lange Verbindungskurve Uj-Dombovár-Ó-Dombovár (beide am 16. November 1882 eröffnet), die 55,414 km lange Flügelbahn Rétszilas-Szegszárd (am 2. Dezember 1883 eröffnet) und die 1,722 km lange Verbindungsbahn Budafok-Donauufer-Dunapart (am 15. Mai 1885 dem Betrieb übergeben). Anschlüsse hat die B. in Budapest-Kelenföld an die ungarischen Staatsbahnen und an die Südbahn, in Dombovár ebenfalls an die ungarischen Staatsbahnen, in Szt. Lörincz an die Fünfkirchen-Barcser- und in Ueszög an die Mohács-Fünfkirchener Eisenbahn.

Die Konzession zum Bau und Betrieb dieser Bahn wurde durch Urkunde vom 31. Mai 1881 der k. k. priv. österreichischen Kreditanstalt für Handel und Gewerbe in Wien und der ungarischen allgemeinen Kreditbank in Budapest auf 90 Jahre erteilt.

Die Konzessionäre erbauten im Verein mit der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft, sowie den Häusern Wiener und Wodianer die Eisenbahn aus eigenen Mitteln und führten auch zunächst den Betrieb durch ein in Budapest errichtetes Betriebskomitee; erst nachdem sie die Betriebsergebnisse eines Jahrs aufweisen konnten, veranlaßten sie die Bildung einer Aktiengesellschaft, welche sich am 30. Dezember 1883 konstituierte. Die Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft beteiligte sich an der Herstellung der Strecke Budapest-Szt. Lörincz, deren Baukosten mit ungefähr 11 Mill. Gulden veranschlagt wurden, mit dem Maximalbetrag von 10 %; ferner schloß dieselbe mit der Bahn für die Dauer von zwölf Jahren einen Vertrag, welcher hinsichtlich der Kohlentarife festsetzt, daß, wenn die jährlichen Kohlensendungen auf der vorstehend bezeichneten Linie weniger als

66 Mill. Centnermeilen betragen, die Dampfschiffahrtsgesellschaft für jede fehlende Centnermeile 0,23 Kreuzer als Gewinnentgang zu entrichten hat. Beläuft sich indessen der Reinertrag dieser Linie während zweier aufeinanderfolgenden Jahre auf mehr als $5^1/_5$, und in einem späteren Jahr abermals auf über $5^1/_5$ bis einschließlich $6^1/_5$ %, so ist das Mehr des späteren Jahrs zur Herabsetzung des eventuellen Gewinnersatzes und hiernach zur Ermäßigung des Frachtsatzes von 21 auf mindestens 18 Kreuzer zu verwenden. Dasselbe hat zu geschehen, wenn das Reinerträgnis dreier solcher Jahre $6^1/_5$ % überschreitet, indessen ist in diesem Fall der Frachtsatz auf mindestens 15 Kreuzer zu ermäßigen. Die B. hat ferner mit der Fünfkirchen-Barcser Eisenbahn auf die Dauer der Konzession einen Péagevertrag für die 22 km lange Strecke Szt. Lörincz-Ueszög abgeschlossen, durch welchen der direkte Verkehr nach den Kohlenbergwerken bei Fünfkirchen sichergestellt worden ist. Auch sicherte sich die B. infolge eines mit den ungarischen Staatsbahnen und der Südbahn abgeschlossenen, bis 1890 laufenden Vertrags einen 5%igen Anteil des Pester-Fiume Transitoverkehrs.

Das Anlagekapital der Bahn beträgt 15 700 000 fl. und besteht zur Hälfte in Aktien und zur Hälfte in Prioritätsobligationen; eine Garantie für dasselbe hat der Staat nicht übernommen, dem Unternehmen indessen auf 30 Jahre Steuerfreiheit bewilligt.

Die Einnahmen betrugen im Jahr 1888 1 776 576 fl., die Ausgaben 730 609 fl., Betriebskoefficient 41,12 %. Das Gesamtanlagekapital verzinste sich mit 7,97 %.

Die Konzession der B. erlischt mit 16. November 1972, die der Szegszárder Flügelbahn mit 1. Dezember 1973; das staatliche Einlösungsrecht beginnt konzessionsmäßig 1911, resp. 1913. Die ungarische Regierung hat jedoch den Eintritt des Einlösungsrechts nicht abgewartet und vertragsmäßig schon früher die B. in Besitz genommen. Der Betrieb der Eisenbahn ist vom 1. Juli 1889 an den Staat übergegangen, welcher der Gesellschaft alljährlich eine fixe Summe auszahlt, die zur Bestreitung der 5% Zinsen für die Prioritäten und Aktien ausreicht. Das Erträgnis des Jahrs 1888 verblieb den Aktionären und ebenso der Gewinn aus der 1889 durchgeführten Prioritätenkonversion, für welche die Staatsverwaltung die Steuer- und Gebührenfreiheit bewilligt hatte.

Rübenach.

Budapest-Lajos-Misze (63,42 km), schmalspurige Vicinalbahn im Betrieb der kgl. ungarischen Staatsbahnen, am 3. März 1888 konzessioniert, geht von der Steinbruch-Szt. Lörinczer Umladestation der Hauptstadt aus über Puszta Péteri, Puszta Gyálo, Ócsa, Inarcs, Dobas, Gyön, Hernád und Oerkeny nach Lajos-Misze. Laut Konzession, welche im Sinn des ungarischen Lokalbahngesetzes (Ges.-Art. XXXI ex 1880) erfolgte, waren außerdem Abzweigungen von Oerkeny nach Vacs und von Oerkeny nach Peszér und Adács gestattet. Das Anlagekapital beträgt 1 700 000 fl. Die Eröffnung der Bahn bis Lajos-Misze fand am 8. Juli 1889 statt. Unterm 2. Februar 1889 erhielt die Gesellschaft, welche sich am 9. April 1888 konstituiert hatte, die Bewilligung zur Fortsetzung ihrer Linien über Lajos-Misze nach Kecskemet.

Budapest-Semliner Eisenbahn, s. Ungarische Staatsbahnen.

Budget, s. Betriebsetat und Etat.

Budweis-Linz-Gmundner Bahn, s. Österreichische Staatsbahnen.

Budweis-Salnau, s. Österreichische Lokaleisenbahngesellschaft.

Bühne (Ladebühne, Schiebebühne, s. d.).

Bülach-Regensberg (Schweiz), eine von der schweizerischen Nordostbahn als besondere Unternehmung gebaute normalspurige Sekundärbahn. Sie besteht aus den Linien: Örlikon-Bülach, eröffnet am 1. Mai 1865, 15,945 km lang, Oberglatt-Dielsdorf, eröffnet am 1. Mai 1865, 4,126 km lang, und ging am 1. Januar 1877 in das Eigentum der Nordostbahn über. Das Anlagekapital betrug beim Übergang 2 132 545 Frs. oder 104 793 Frs. pro Kilometer.

Die Bahn schließt in Örlikon an die Linie Zürich-Winterthur, in Bülach an die Bahn Winterthur-Koblenz an, beide zur Nordostbahn gehörig. Dielsdorf ist Kopfstation.

Die Neigungs- und Richtungsverhältnisse sind günstige. Stärkste Neigung 5 Promille, kleinster Kurvenradius 300 m. Es wurden beim Bau zum Teil ältere Schienen der Nordostbahn von 33 kg und 26 kg Gewicht pro laufenden Meter verwendet. Der Betrieb wurde mit Krauß'schen Tenderlokomotiven von 16 Tonnen Dienstgewicht besorgt. Derselbe kostete vor Übergang an die Nordostbahn pro Kilometer 5722 Frs. bei einer Einnahme von 12 108 Frs. pro Kilometer. Dietler.

Bürgenstockbahn (Schweiz). Der Bürgenstock, zwischen Rigi und Pilatus, erhebt sich in seinem Gipfel 1134 m über Meer und 700 m über den Spiegel des Vierwaldstättersees, an dem er liegt. Das auf demselben erbaute Hôtel Bürgenstock ist als Luftkurort, sowie wegen seiner herrlichen Aussicht auf den See und sein nördliches Vorland mit den Buchten von Küßnacht, Luzern und Hergiswyl weltbekannt. Seit dem 8. Juli 1888 wird derselbe während der Sommermonate mit der Drahtseilbahn Bürgenstock von der Seestation Kersiten aus erreicht.

Hierbei überwindet man eine Höhe von 440 m in 15 Minuten auf einer Bahn von 827 m horizontaler und 936 m in der Neigung gemessener Länge. Die durchschnittliche Steigung beträgt 533 Promille. Die untere Strecke bildet in der Horizontalprojektion eine nach Süden gerichtete Gerade und in der Vertikalprojektion eine konkave Kurve. Die mittlere Strecke ist sowohl in der Horizontal- wie in der Vertikalprojektion gekrümmt und bildet eine förmliche Schraubenlinie. Die obere Strecke besteht aus zwei Geraden und einer kurzen Kurve von 500 m Halbmesser. Den Unterbau bildet ein auf die ganze Länge sich erstreckender Mauerkörper, der mit seinen horizontalen Staffeln auf dem Untergrund ruht. Die einspurige Bahn hat 1 m Weite, breitbasige Schienen von 22,5 kg Gewicht pro Laufmeter und 115 mm Höhe. Die Schwellen sind einfache Winkeleisen mit den Schenkelbreiten von $^{10}/_8$ cm. Der kleinere Schenkel ist in das Cementmauerwerk eingelassen. Jede Schiene ist mit den drei oberen Schwellen fest verschraubt, mit den übrigen durch Klemmschrauben und Plättchen verbunden. Zwischen Schiene und Schwelle liegt eine Bleiplatte von 5 mm Dicke. Zur Regulierung der Geschwindigkeit und für

den sicheren Halt der Bremsen ist zwischen den beiden Laufschienen eine zweiteilige Abt'sche Zahnstange angebracht. Die Lamellen sind 2,88 m lang, haben eine Dicke von 20 mm, eine Höhe von 85 mm, wovon 35 die Zahnhöhe bilden, und sind von weichem Thomasstahl. Ihr gegenseitiger Abstand beträgt 28 mm. Die Stöße sind versetzt. Einfache Winkel verbinden sie mit den Querschwellen. Länge der Zähne und Lücken in der Kreisteiltangente 60 mm. In der Mitte der Bahn ist eine Abt'sche Weiche von 120 m Länge, welche, weil in einer starken Biegung gelegen, ohne Gegenkurve ausgeführt werden konnte. Das Ausweichen wird bewirkt, indem die Räder, welche auf der äußeren Laufschiene sich bewegen, mit doppelten Spurkränzen versehen, diejenigen auf der anderen Wagenseite cylindrische Rollen ohne Spurkränze sind. Eine automatisch wirkende Bremse dient zum Aufhalten der Wagen bei außergewöhnlichen Vorkommnissen und kann vom Schaffner zu jeder Zeit in Thätigkeit gesetzt werden. Sie wirkt auf das obere Zahnrad am Wagen. Eine zweite Bremse, welche auf das untere Zahnrad wirkt, wird vom Schaffner beständig bedient und reguliert die Geschwindigkeit. Jedes Zahnrad besteht, den doppelten Zahnlamellen entsprechend, aus zwei Zahnschrauben und hat seitlich angeschraubte Bremsrollen. Das Drahtseil, welches den aufwärts- mit dem abwärtsfahrenden Wagen verbindet, liegt in der Mitte zwischen Zahnstange und Laufschiene und bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 1 m in der Sekunde über die Leit- und Triebrollen. Die Bewegung der Wagen geschieht durch elektro-motorische Kraft, s. hierüber Ausweichvorrichtung für Seilbahnen.

Anschluß auf Station Kersiten an die Dampfer von Luzern, Alpnacht (Brünigbahn, Pilatusbahn), Vitznau (Rigibahn), Brunnen und Flüelen (Gotthardbahn). Dietler.

Buffer, Stoßballen (*Buffing - apparatus, buffers,* pl.; *Appareils,* m. pl., *de choc, tampons,* m. pl.) sind an den Stirnseiten der Eisenbahnfahrzeuge angebrachte Konstruktionsteile, die den Zweck haben, die auf die Fahrzeuge nach deren Längsrichtung von außen her einwirkenden horizontalen Druckkräfte aufzunehmen. Die B. kommen daher in Aktion, wenn ein in Bewegung befindliches Fahrzeug in Berührung mit einem auf gleichem Gleis stehenden oder sich langsamer bewegenden Fahrzeug gerät, oder in seiner Bewegung durch eine Bufferwehr gehindert wird, oder wenn mehrere aneinander gereihte Fahrzeuge von einem Motor geschoben werden. In ersterem Fall haben die B. einen Stoß aufzunehmen, in letzterem Fall einen konstanten Druck auszuhalten; in beiden Fällen sollen die B. eine Beschädigung der Fahrzeuge durch diesen Stoß oder Druck verhindern.

Daraus ergeben sich von selbst die Grundbedingungen für die Konstruktion solcher Apparate.

Dieselben sollen gefedert sein; die Grenze der Federung soll unter normalen Verhältnissen, d. h. bei den im Verkehr unvermeidlichen Stößen und Schüben nicht überschritten werden; die B. sollen stark genug sein, um unter dem direkten Stoß nicht zu leiden. Bei der Konstruktion der Untergestelle der Fahrzeuge muß auf die Situation der B. wegen deren solider Unterstützung entsprechend Bedacht genommen werden.

Weitere Bedingungen für die Stoßvorrichtungen sind, daß dieselben derart situiert sind, daß beim Zusammenstoß zweier Fahrzeuge die B., und nur diese, keine anderen Wagenbestandteile, central zusammentreffen, und daß die Ausladung derselben über die übrigen festen Wagenbestandteile so groß ist, daß der mit der Kuppelung manipulierende Mann sich möglichst gefahrlos zwischen den beiden Fahrzeugen bewegen kann.

Die letzteren Bedingungen erfordern eine gewisse Einheitlichkeit der Disposition der B. an allen Fahrzeugen, welche zur Verwendung im gemeinsamen Verkehr bestimmt sind.

Mit Rücksicht auf diese Übereinstimmung unterscheidet man hauptsächlich zwei Systeme: das Einbuffersystem oder Centralbuffersystem und das Zweibuffersystem oder Seitenbuffersystem.

Bei ersterem sind, wie der Name ausdrückt, die B. in der Längenachse des Wagens situiert, so daß an jeder Stirnseite des Wagens nur ein B. in der Mitte der Kopfschwelle angebracht ist.

Dieses System ist am Kontinent nur bei schmalspurigen Bahnen in Anwendung, dagegen in Amerika ziemlich verbreitet.

Wesentliche Vorteile desselben sind, daß sowohl Zug als Druck in der Mittellinie des Fahrzeugs, bezw. Gleises erfolgen, daß das Eintreten zwischen die Wagen weniger gefahrvoll ist, und daß mit den centralen B. auch automatische Kuppelungen leichter kombiniert werden können; thatsächlich sind auch bei den neueren Konstruktionen der centralen B. die Kuppelungen direkt in den B. gelagert.

Die Figuren 442 *a, b, c, d* sollen die bei den Fahrbetriebsmitteln der schmalspurigen Bosnabahn verwendeten Centralbuffer versinnlichen.

Die Bufferscheibe *T*, deren Mitte eine längliche Öffnung für das Zug- und Kuppeleisen *K* besitzt, ist mit den Flanschen des Kuppelgehäuses *G* durch Nieten verbunden. Das Kuppelgehäuse ist mit der Zug- und Druckstange *S* zu einem Stück geschweißt. Die Stange *S* hat eine solide Führung in der Wagenbrust (zweiteilige Führung *F*) und ist in ihrem rückwärtigen Teil mit dem Wagengestell federnd verbunden. Kuppeleisen *K* und Kuppelbolzen *B* sind mittels eiserner Kettchen an das Kuppelgehäuse gehängt. Sollen zwei Wagen gekuppelt werden, so wird ein Kuppeleisen mit dem Ende, in welchem sich die kreisförmige Öffnung befindet, in dem Gehäuse mittels eines Bolzens befestigt. Hierauf werden die beiden Wagen so weit aneinander geschoben, daß sich das mit dem Langloch versehene Ende des Kuppeleisens in das Kuppelgehäuse des zweiten Wagens einschiebt und durch das Einstecken des zweiten Bolzens die Kuppelung vollzogen werden kann.

Ähnlich ist die Anordnung der Centralbuffer an den amerikanischen Wagen. An Güterwagen sind in Amerika die B. meistenteils nicht mit Federn versehen. An Personenwagen sind in Amerika verschiedene federnde Konstruktionen angewendet, ebenso sind mit den B. automatische Kuppelungen verbunden.

Es ist wohl hauptsächlich die Schwierigkeit des Übergangs vom Zweibuffersystem zum Ein-

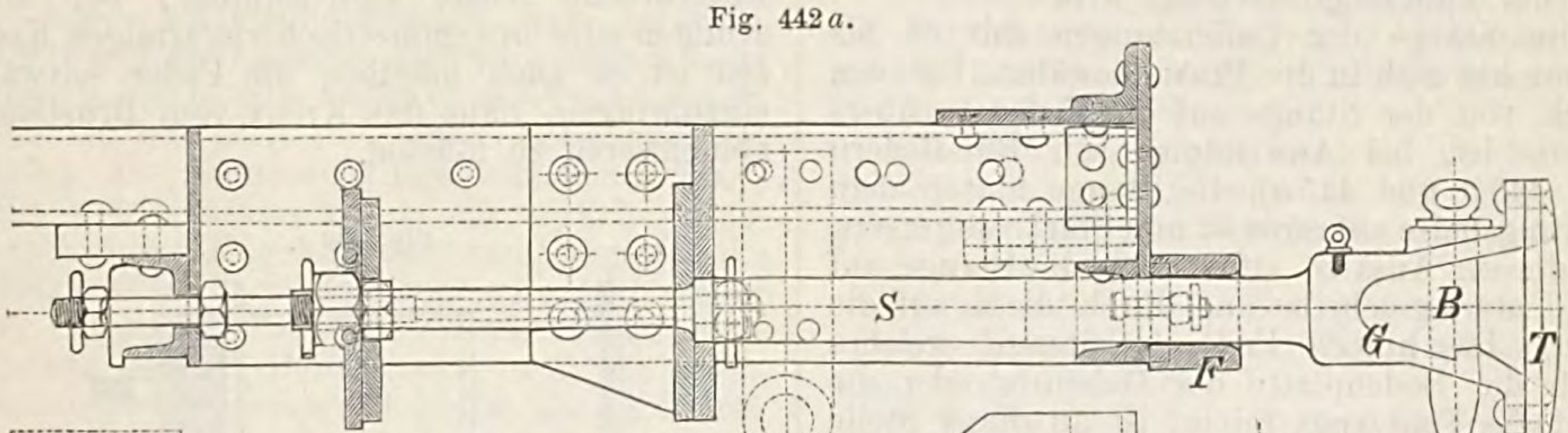
buffersystem, welche es, wenigstens unter den heutigen Verhältnissen, unmöglich macht, auf den kontinentalen Normalspurbahnen das Einbuffersystem zur Einführung zu bringen, und ist dieses auf die Verwendung bei untergeordneteren Verkehrsmitteln, als: Werksbahnen, Dampftramways etc., beschränkt.

Bei dem Zweibuffersystem gab es ursprünglich zwei Varianten, nämlich: eng- und weit-

1. Der Stoßkörper besteht aus einer kreisförmigen Stoßscheibe mit Führungsstange (Fig. 443 *a* und 445 *a*) oder aus einer Stoßscheibe mit Führungsstange und Hülse (Fig. 444 *b*).

Die Stoßscheiben älterer Konstruktion waren aus Holz, mit Blech überzogen; neuerer Zeit werden aber nur mehr schmiedeiserne Scheiben angewendet. Die zweckmäßigsten und am meisten verbreiteten B. haben Stange und Scheibe aus

Fig. 442 *a*.



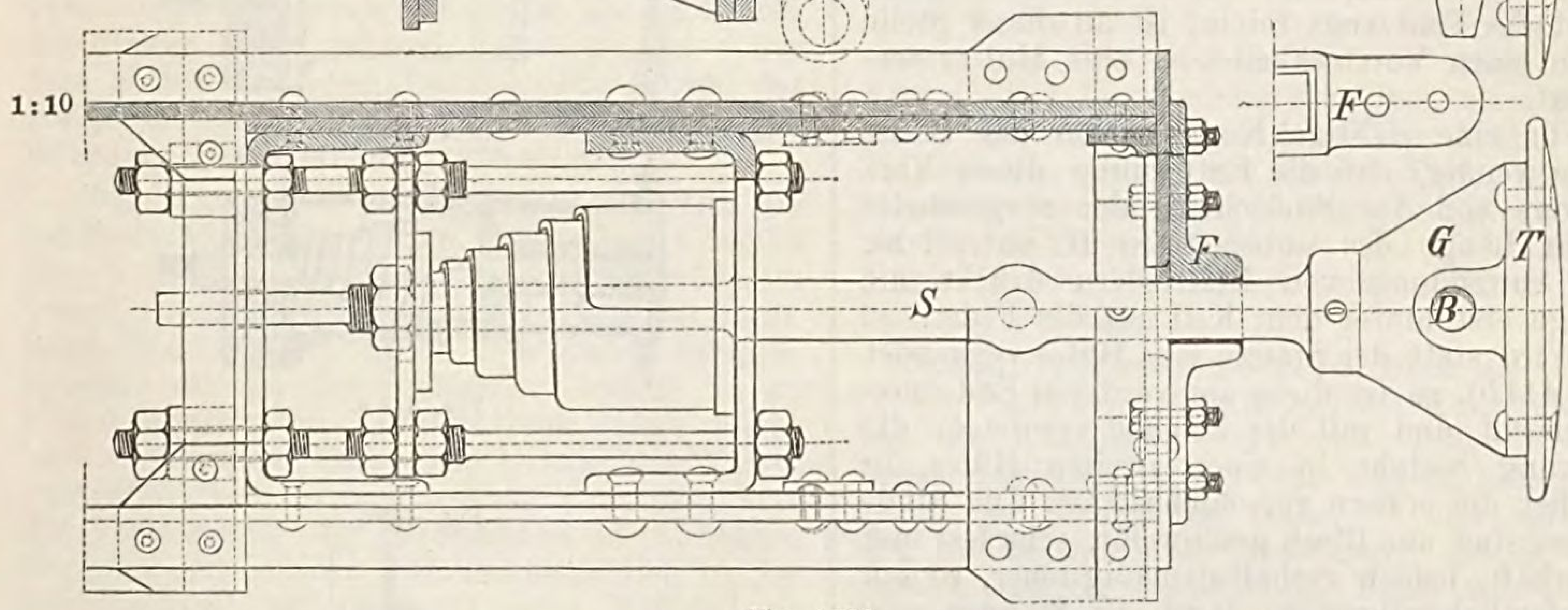


Fig. 442 *b*.

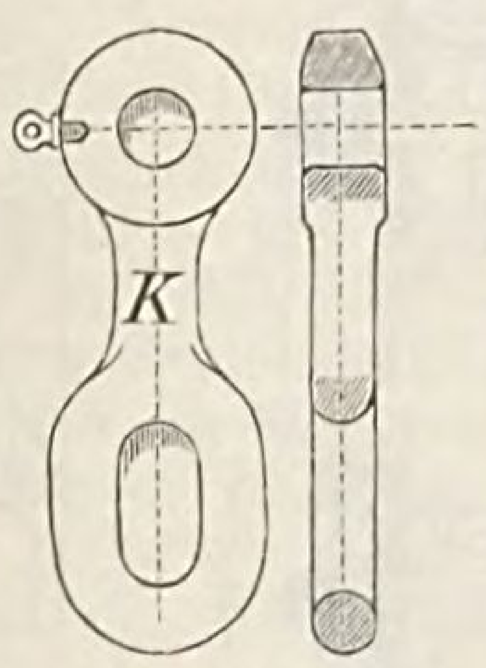


Fig. 442 *c*.

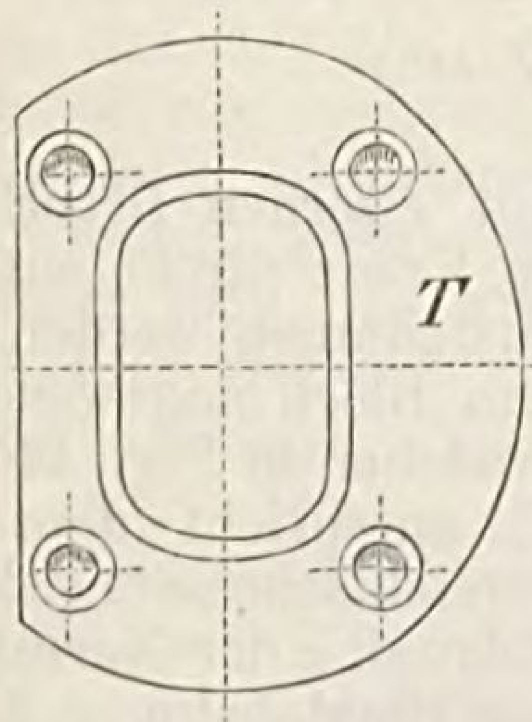
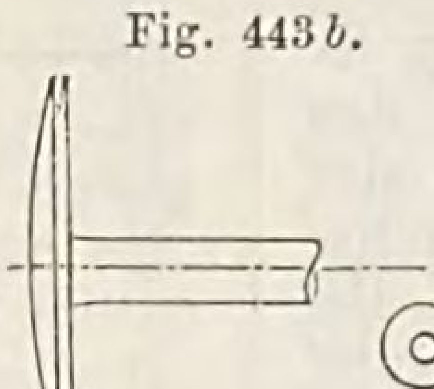


Fig. 442 *d*.

Fig. 443 *b*.



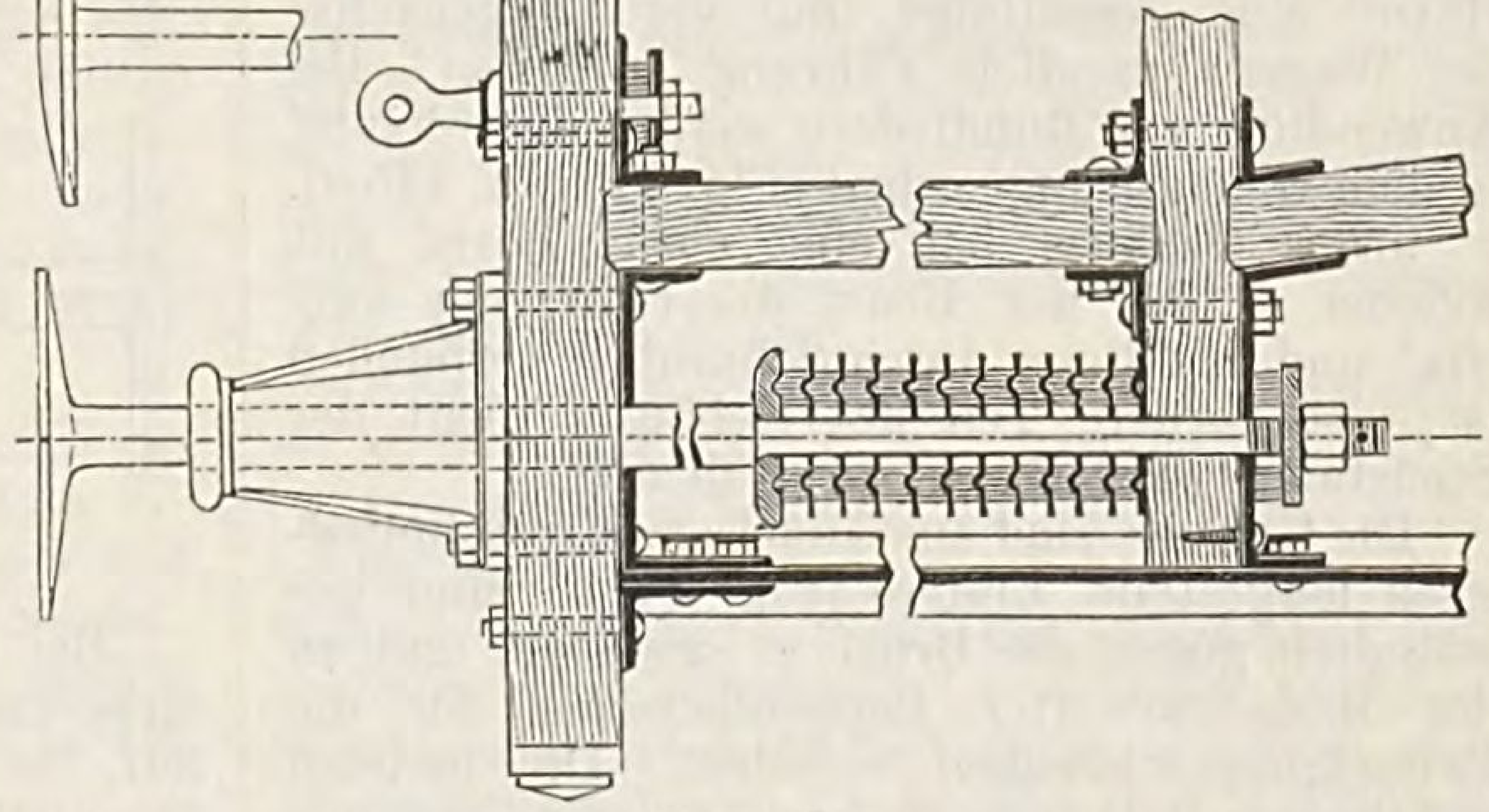


Fig. 443 *a*.

gestellte B. Gegenwärtig befindet sich nur mehr die letztere, für den internationalen Verkehr allgemein gültige Anordnung in Verwendung.

Abgesehen von primitiven, veralteten Konstruktionen, besteht jeder B. aus drei wesentlichen Bestandteilen: dem eigentlichen Stoßkörper, dem Gehäuse oder Führungskörper (Fig. 443 *a*, *b*, 444 *a*, *b*, 445 *a*, *b*) und der Federung.

einem Stück (Fig. 443 *a* und 445 *a*). Die Scheiben mit dem circa 200 mm langen Stangenansatz werden unter dem Dampfhammer in Gesenken geschmiedet, sodann mit der Stange verschweißt. Stumpf geschweißte oder vernietete Scheiben sind nicht haltbar. Stellt man Scheibe und Stange nicht aus einem Stück her, so wird das Ende der Stange zu einer Flansche erweitert und die Stoßscheibe mit dieser Flansche durch Nieten verbunden.

Die Scheiben erhalten einen Durchmesser von 340—370 mm, sind an den Rändern bis 16 mm stark. Es ist Vorschrift, daß die Scheibe des rechten B. (vom Wagen aus gesehen) gewölbt, die des linken B. aber eben sein muß.

Es treffen also immer ein ebener und ein gewölbter B. zusammen. Dies ist notwendig, weil sich zwei ebene Bufferscheiben in Bahnkrümmungen nur an den Außenkanten berühren würden, was ein Brechen oder Verbiegen der B. zur Folge hätte. Zwei gewölbte B. dagegen hätten das Bestreben, voneinander abzugleiten und können nicht unter gleich bleibendem Druck aufeinander gleiten, wie dies durch das Federspiel der Fahrzeuge verlangt wird.

Die Stärke der Bufferstangen mit 60 bis 70 mm hat sich in der Praxis bewährt. Um den Druck von der Stange auf die Feder zu übertragen, ist, bei Anwendung von Rundfedern (Fig. 443 *a* und 445 *a*), die Stange hinter dem Führungshalse auf circa 52 mm Stärke angesetzt. Mit diesem Ansatze stützt sich die Stange auf eine Unterlagsscheibe und durch diese auf die Feder. Das hintere Ende der Stange, welches durch die Bodenplatte des Gehäuses oder die Brust des Fahrzeugs reicht, ist an dieser Stelle durch einen Vorsteckkeil oder eine Mutter versichert.

Für eine richtige Konstruktion des B. ist es notwendig, daß die Entfernung dieses Vorsteckers von der Stoßscheibe der vorgeschriebenen Länge des unbelasteten B. entspricht. Bei Anwendung von Blattfedern drückt die Stange erst hinter dem Keil auf die Feder.

Wird statt der Stange eine Hülse verwendet (Fig 444 *b*), so ist diese am vorderen Ende ausgeflanscht und mit der Scheibe vernietet; die Führung besteht in einer zweiten Hülse, in welcher die erstere verschiebbar ist. Die Stoßhülsen sind aus Blech geschweißt, sehr fest und dauerhaft, jedoch verhältnismäßig teuer, so daß sie ziemlich allgemein durch die Stangen verdrängt werden.

2. Die G e h ä u s e sind die am Fahrzeug fix angebrachten Teile der B. Das Gehäuse hat den Zweck, dem Stoßkörper, also der Stange oder Hülse, eine geradlinige, mit der Längenachse des Wagens parallele Führung zu geben. Bei Anwendung von Rundfedern werden diese häufig in dem Gehäuse angeordnet (Fig. 443 *a* u. 445 *a*).

Jedes Gehäuse hat eine ebene Basis, mit welcher es auf der Brust des Fahrzeugs aufsitzt und mit dieser durch Schrauben verbunden ist; der vordere Teil des Gehäuses dient der Stoßstange oder Hülse zur Führung.

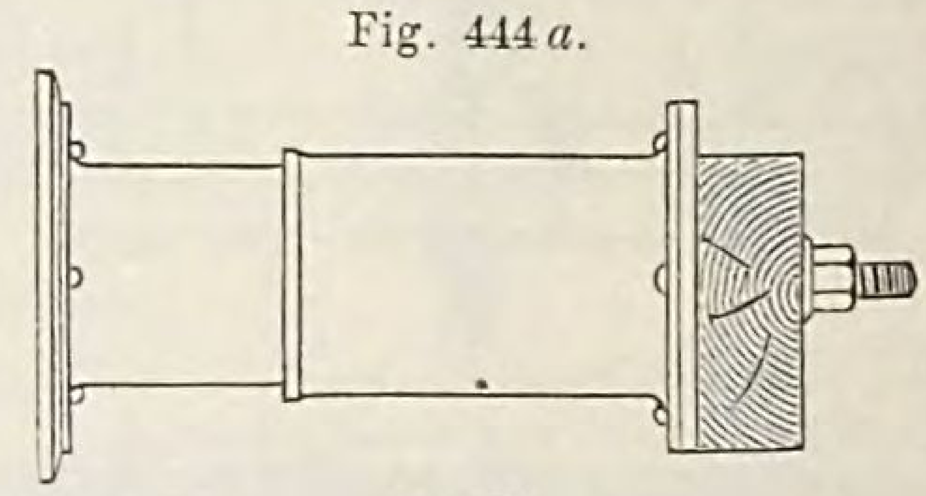
Die Gehäuse sind aus Gußeisen oder Schmiedeisen hergestellt. Erstere (Fig. 443 *a*) sind gewöhnlich gegen die Brust zu erweitert und an der Basis mit vier Lappenflanschen für die Befestigungsschrauben versehen. Die meisten gußeisernen Gehäuse sind geschlossen und nur rückwärts, wo eventuell die Feder eingebracht wird, offen. Seltener besitzen solche Gehäuse an der unteren Seite eine Öffnung für das Einbringen der Feder. Letztere Anordnung hat den Vorteil, daß die Federn gewechselt werden können, ohne das Gehäuse abzunehmen, und daß Mängel an den Federn leichter wahrnehmbar sind. Gußeiserne Gehäuse sind jedoch zerbrechlich, weshalb dieselben neuerer Zeit meist durch schmiedeiserne ersetzt werden.

Aus Schmiedeisen werden Gehäuse in Hülsenform (Fig. 444 *a, b*) und in Kreuzform (Fig. 445 *a, b*) hergestellt.

Letztere Form ist die am meisten verbreitete und gelangt bei neuen Fahrbetriebsmitteln allgemein zur Anwendung. Die Bufferkreuze bestehen aus der Führungshülse oder dem Hals und drei oder vier Armen, welche mit der Hülse verschweißt sind und in nach außen gebogenen Befestigungspratzen endigen.

Die Bufferkreuze haben den Vorteil einer fast unverwüstlichen Dauerhaftigkeit, einer billigen Herstellung und eines verhältnismäßig geringen Gewichts. Außerdem ist die in denselben liegende Feder von außen sichtbar, und sind daher Federbrüche leicht wahrnehmbar; bei dreiarmigen oder unsymmetrisch vierarmigen Kreuzen ist es auch möglich, die Feder seitwärts einzubringen, ohne das Kreuz vom Brustbaum abmontieren zu müssen.

Fig. 444 *a*.



1 : 20

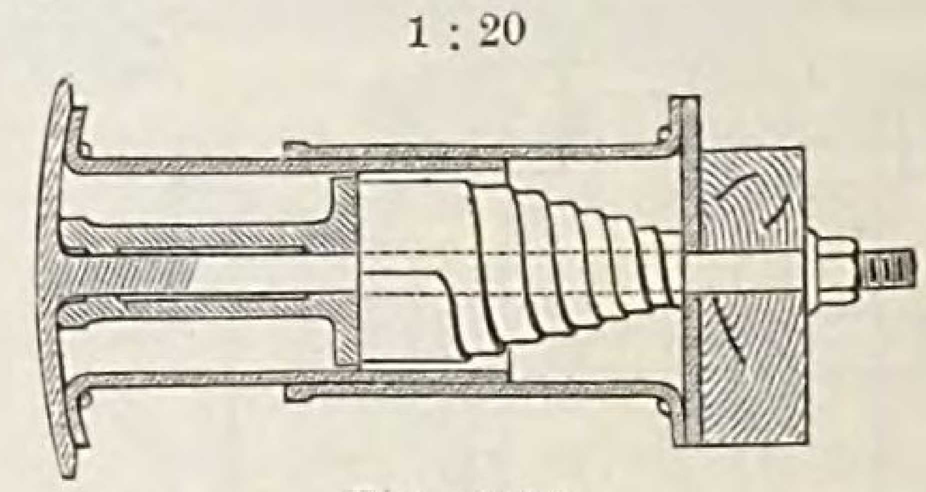


Fig. 444 *b*.

Fig. 445 *a*.

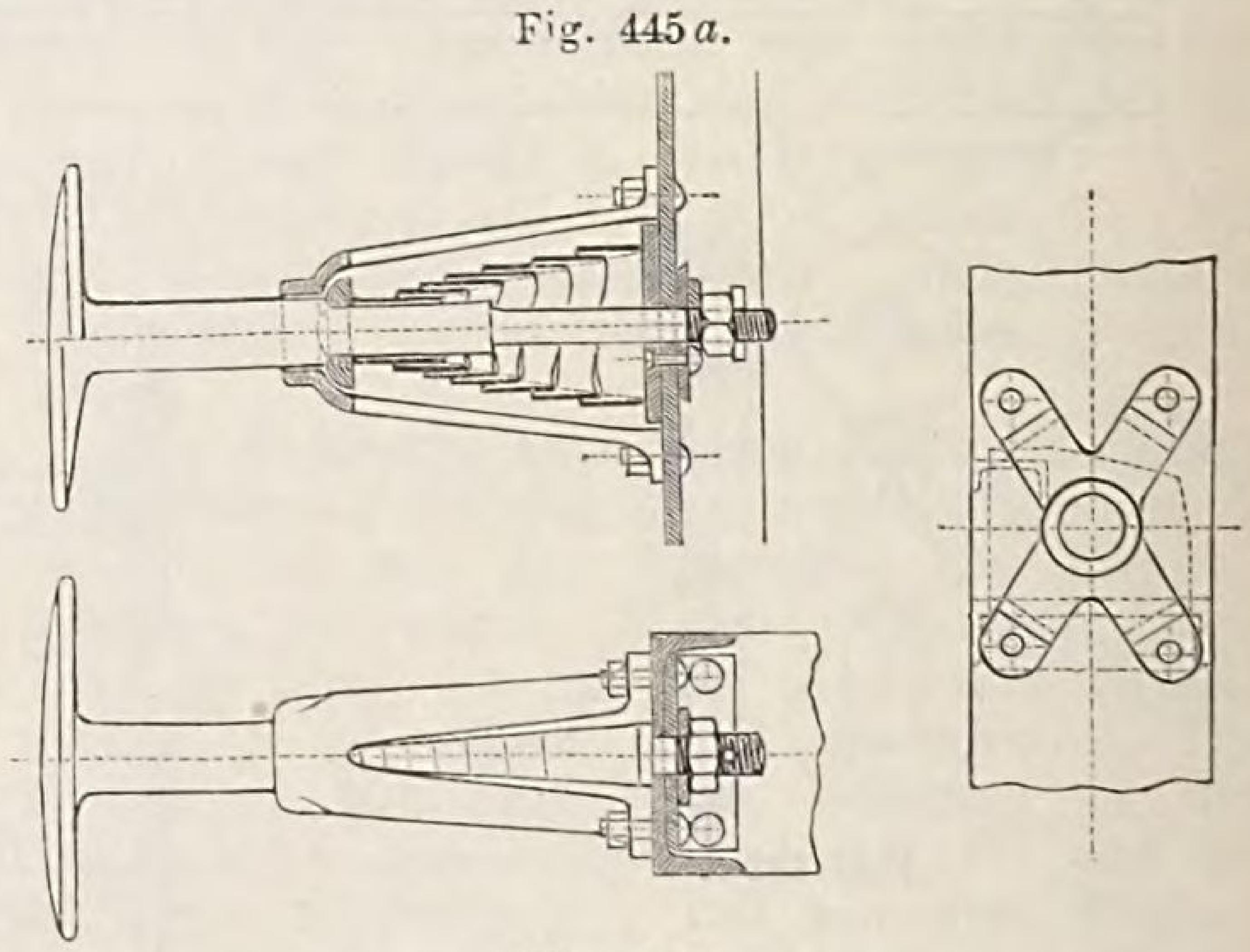


Fig. 445 *b*.

Bei Fahrzeugen mit eisernen Brustbäumen sitzt das Gehäuse oder Kreuz direkt auf diesen auf, bei hölzernen Brustbäumen werden Unterlagsplatten von starkem Blech angewendet.

Der Kreuzbuffer, welcher in Fig. 445 *a* und 445 *b* dargestellt ist, entspricht dem neuen Buffernormale der österreichischen Staatsbahnen. Von diesen unterscheidet sich der Normalbuffer der königl. preußischen Staatsbahnen dadurch, daß an Stelle der Mutterversicherung die Keilversicherung angewendet wird, und daß zwischen Bufferkreuz und Brustbaum eine Unterlagplatte eingeschaltet ist, welche das Widerlager für den Keil bildet. Der Brustbaum selbst erhält eine genügend große Öffnung, daß durch dieselbe die Bufferstange nebst Keil passieren kann. Diese Anordnung gestattet die Verwendung gleicher B. sowohl für eiserne als auch hölzerne Brustbäume. (Diesbezüglich vergl. Normalien für Betriebsmittel der preußischen Staatsbahnen.

Blatt XIII in Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen, Jahrg. 1885.

3. Federung. Als Material für den federnden Körper des B. wird entweder Kautschuk (Fig. 443) oder Stahl (Fig. 444, 445) verwendet.

a) Bufferfedern aus Kautschuk sind stets ringförmig (Fig. 443). Die Ringe sind an je einer ebenen Fläche mit einem erhabenen ringförmigen Wulst, an der zweiten ebenen Fläche mit einer korrespondierenden Nut versehen. Zwischen je zwei Ringen wird eine entsprechend geformte Blech- oder auch Gußscheibe eingelegt. Diese ist bisweilen mit einem Bord versehen, welcher die Kautschukringe von außen übergreift und den Zweck hat, ein seitliches Ausquetschen der Ringe zu verhindern, wodurch die Haltbarkeit der Kautschukringe wesentlich erhöht wird. Zugleich bilden diese Zwischenscheiben die Führung auf der Bufferstange, weil die Kautschukringe eine weitere Bohrung als die Stärke der Stange haben müssen, damit sie sich unter dem Druck nicht festklemmen. Die Anzahl der Ringe ist von dem verlangten Bufferspiel (gewöhnlich 120—160 mm) abhängig.

Der Kautschuk als Buffermaterial hat die schätzenswerte Eigenschaft, daß er bei geringem Druck sehr elastisch ist, jedoch bei größerem Druck rasch an Widerstandsfähigkeit zunimmt. Seine Wirkung ist daher dem Zweck entsprechender als die der Stahlfeder, welche bis zu einem bestimmten Anfangsdruck träge bleibt und auch wieder früher die Grenze der Widerstandsfähigkeit erreicht. Daß demungeachtet die Verwendung des Kautschuks in Abnahme begriffen ist, erklärt sich hauptsächlich in der Schwierigkeit, entsprechend gutes Material zu beschaffen. Vorzügliche Qualität ist relativ teuer, mindere Qualität jedoch nicht haltbar.

Die zweckmäßige Dimensionierung der Kautschukringe hat sich aus der Erfahrung ergeben. Sie läßt sich jedoch wegen der vorkommenden Verschiedenheiten in der Qualität des Materials im allgemeinen nur innerhalb gewisser Grenzen angeben. In der Regel findet man die Höhe des Ringquerschnitts mit 3 bis 5 cm und die Breite mit 1,2—1,5 der Höhe ausgeführt.

Bei vulkanisiertem Kautschuk ist noch zu beachten, daß derselbe mit Eisen nicht in direkte Berührung kommen soll, weil dieses mit dem Schwefel des Kautschuks sich zu Schwefeleisen verbindet, wobei der Kautschuk spröde und brüchig wird. Es werden daher verzinkte Scheiben empfohlen.

b) Stahlfedern. Von denselben ist

α) die Volutfeder die am meisten übliche Type; unter diesen ist wieder die Baillie'sche Schneckenfeder für Zug- und Stoßvorrichtungen am besten geeignet (Fig. 444 und 445). Die Baillie'sche Feder wird aus einem Stahlstreifen erzeugt, welcher eine Länge von circa 2 m hat. Die Stärke verjüngt sich von 7 mm auf 3 mm, die Höhe beträgt circa 120—150 mm. Dieses Band wird in warmem Zustand mittels einer Wickelmaschine zu einer aufsteigenden Spirale gewickelt, deren oberer Durchmesser circa 60 mm beträgt und sich nach unten auf 150—170 mm erweitert. Die auf solche Weise hergestellte Feder hat eine Flaschenform von circa 300 mm Höhe.

Die Windungen müssen derart sein, daß ein Zwischenraum von 2—3 mm bleibt, so daß keine Reibung der Federflächen stattfindet. Die gehärteten Federn sollen bei einer Belastung von 200 kg zu spielen beginnen und bei einer Belastung von circa 2500 kg sich vollständig, d. i. auf 150 mm einsenken. Die entlastete Feder muß wieder ihre ursprüngliche Form annehmen.

Gewöhnlich werden die Spiralfedern durch die Versicherungsmutter etwas gespannt, auf etwa 20 mm Einsenkung, damit dieselben nicht lose im Gehäuse liegen.

Bei Hülsenführungen werden mitunter zwei Spiralfedern nebeneinander in die Hülse eingelegt, wodurch ein weicheres und größeres Spiel erzielt wird.

Spiralfedern mit rundem oder ovalem Querschnitt, System Brown oder Tomson, haben sich weniger gut bewährt.

β) Tellerfedern, System Belleville, bestehen aus runden Scheiben mit schwachem Konus. Die Verwendung derselben ist ähnlich jener der Kautschukringe. Eine Reihe von Tellerpaaren, je mit der äußeren Peripherie zusammengelegt, wird auf die Stange aufgeschoben, bis das Gehäuse gefüllt ist. Die Verwendung dieser Federn hat jedoch keine größere Verbreitung gefunden.

Stahlfedern werden endlich noch als

γ) Blattfedern von gleicher Konstruktion wie die Tragfedern verwendet. Diese Federn liegen horizontal unter dem Wagen, haben die Länge der Entfernung beider B. und sind an den Enden mit den Stoßstangen der B. verbunden. In der Mitte ist die Feder von einem Bund gehalten, welcher mit dem Wagenuntergestell verbunden ist.

Bei Wagen mit nicht durchgehender Zugvorrichtung ist der Zughaken mit dem Federbund verbunden, so daß die Bufferfeder gleichzeitig als Zugvorrichtungsfeder dient. Es wird sonach die Zugkraft auf die Feder und durch diese auf die Führungsköpfe der Bufferstangen übertragen. Letztere stützen sich auf die Brust, bezw. auf das Rahmengestell des Wagens (Fig. 446*a*, *b*, S. 786).

Eine bessere Anordnung der Blattfederbuffer ist in Fig. 447*a*, *b*, S. 787, dargestellt.

Die Hauptzugstange ist durch eine Keilmuffe mit einem Federbund fest verbunden, welcher eine kurze Blattfeder (Zugfeder) umschließt. Der Federbund ist zwischen zwei am Wagenuntergestell fix befestigten Winkeln coulissenartig geführt; der hintere Teil des Bunds endet in eine Scharniergabel, welche durch einen Bolzen mit einem starken schmiedeisernen Balancier verbunden ist.

Dieser Balancier ist durch einen zweiten Bolzen mit dem Bügel der langen Blattfeder (Bufferfeder) in Verbindung gebracht.

Das ganze System, bestehend aus zwei Federn und dem zwischenliegenden Balancier, ist zwischen Führungen in horizontaler Lage gehalten.

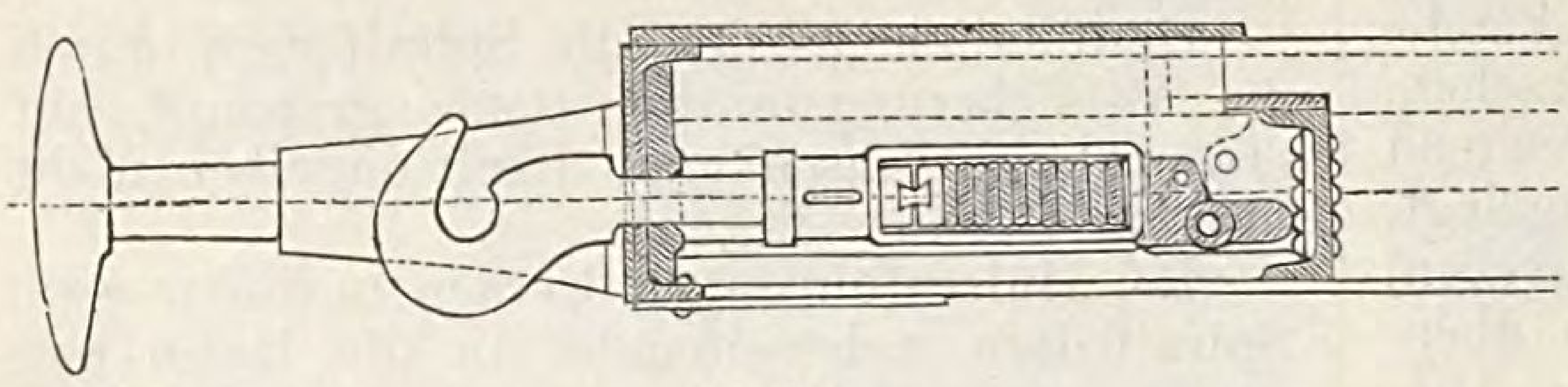
Die kurze Feder (Zugfeder) ist an ihren Enden durch Hängeeisen mit dem Untergestell verbunden.

Der Balancier ist an den Enden mit Köpfen versehen, welche durchbohrt sind und eine Führung der Bufferstangen bilden.

Zwischen diesen Köpfen und den Enden der langen Blattfeder (Bufferfeder) sind gußeiserne Schuhe eingelegt, in welchen die Bufferstangen festgekeilt sind.

Durch Spannung der Zugvorrichtung wird die Bufferfeder in gleichem Maß vorgezogen, als der Zughaken vor die Brust tritt; es werden

Fig. 446 a.



1 : 20

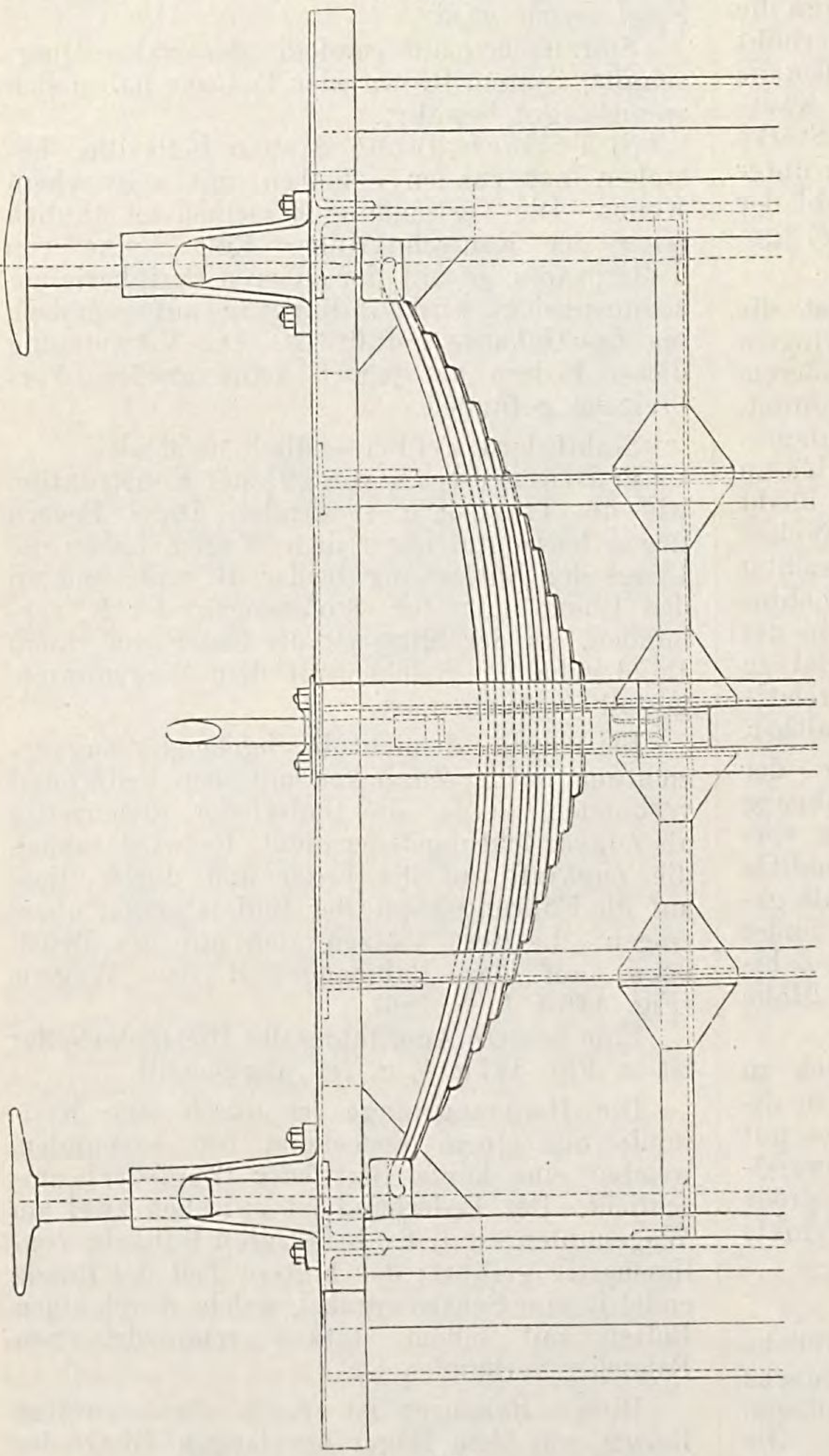


Fig. 446 b.

somit auch durch die Bufferfeder die beiden B. vorgeschoben. Dies hat zur Folge, daß die B. allen Bewegungen der Zugvorrichtung in der Fahrrichtung folgen, und die Spannung der B. somit auch bei wechselnder Zugkraft eine konstante bleibt, weil sich die Entfernung des Drehbolzens der Bufferfeder des einen Wagens zu dem des zweiten Wagens nicht ändert. Kommt die Schubwirkung der B. zur Geltung, so stützen sich die beiden Bufferstangen auf die Enden der Bufferfeder und übertragen den Stoß durch diese auf die Zugvorrichtung, welche durch den Ansatz des Hakens an der Brust gehalten wird. Bei Kurvenstellungen spielt der Balancier und mit diesem die Bufferfeder um den Drehbolzen des Balanciers und bewirkt, daß die Pressungen des rechten und linken B. konstant gleich bleiben. Der Balancier hat ferner den Zweck, das Spiel der Bufferfeder zu begrenzen, so daß bei ungekuppelten Wagen die B. nicht über das normale Maß hinaustreten können.

Diese sinnreiche Anordnung gewährt eine unter allen Verhältnissen gleichmäßige Inanspruchnahme der B. und trägt wesentlich zum ruhigen Gang der Wagen bei. Mit Rücksicht auf die räumliche Ausdehnung, sowie komplizierte Anordnung eignet sich dieses System nur für lange Wagen, insbesondere Druckgestellwagen, weshalb dasselbe vorzüglich bei Salonwagen, Schlafwagen, Speisewagen etc. Anwendung findet.

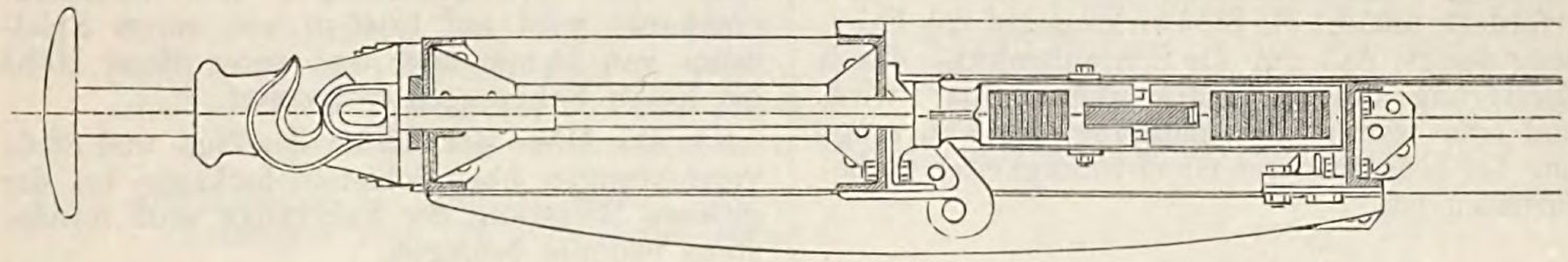
Je nach den Konstruktionsverhältnissen des Untergestells ist die Anordnung der Bufferstangen, Balanciers etc. verschieden ausgeführt, jedoch gründet sie sich auf das gleiche Princip.

δ) Die Verwendung von komprimierter Luft als elastischer Körper für B. ist über das Stadium des Experiments nicht hinausgelangt.

S i c h e r h e i t s b u f f e r. Durch die Konstruktionsverhältnisse der Fahrbetriebsmittel und insbesondere durch die für die Kuppelung erforderliche Übereinstimmung in den Ausladungen der B. ist die Grenze des Bufferspiels gegeben. Es können daher B. mit so langem Spiel nicht in der Praxis verwendet werden, welche notwendig wären, um den Anprall in schneller Bewegung befindlicher Fahrzeuge derart zu mildern, daß eine Beschädigung der Fahrzeuge unter allen Umständen vermieden werden könnte. Es wurden verschiedene „Sicherheitsbuffer“ konstruiert, welche darauf basieren, eine Verlängerung des Bufferspiels bei zunehmender Widerstandskraft zu erzielen. Eine derartige Konstruktion ist der H e y d r i c h'sche Sicherheitsbuffer (Fig. 448, S. 788). Derselbe besteht aus den Hauptbestandteilen eines gewöhnlichen B., nämlich Stoßscheibe mit Stange, Hülsengehäuse und Volutfeder. Die Auflage der Feder ist hinter die Brust des Wagens verlegt, und ist die Bufferstange entsprechend verlängert. Das Gehäuse sitzt nicht auf der Brust fest, sondern ist in derselben verschiebbar und hinter der Brust in Schlitzen geführt. Der Teil der Stange, welcher im Gehäuse bis zur Feder reicht, wird von einer gußeisernen Hülse umschlossen, welche an der Außenseite mit einem Schraubengewinde versehen ist. Mit dem Ende dieses Gewindgangs stützt sich die Hülse auf einen lose aufgesteckten Ring, hinter welchem die auf die Feder wirkende Druck-

scheibe liegt. Letztere ist gegen den Ring zu in eine kreisförmige Schneide zugeschärft. Unter normalen Verhältnissen funktioniert der B. derart, daß der Stoß von der Stange auf die Druckscheibe zerstört den Auflagering und scheert (wie ein Hobelmesser) die Gewindgänge der mit der Bufferstange eindringenden Schraubenhülse ab. Durch diese Arbeit wird ein wei-

Fig. 447 *a*.



1 : 20

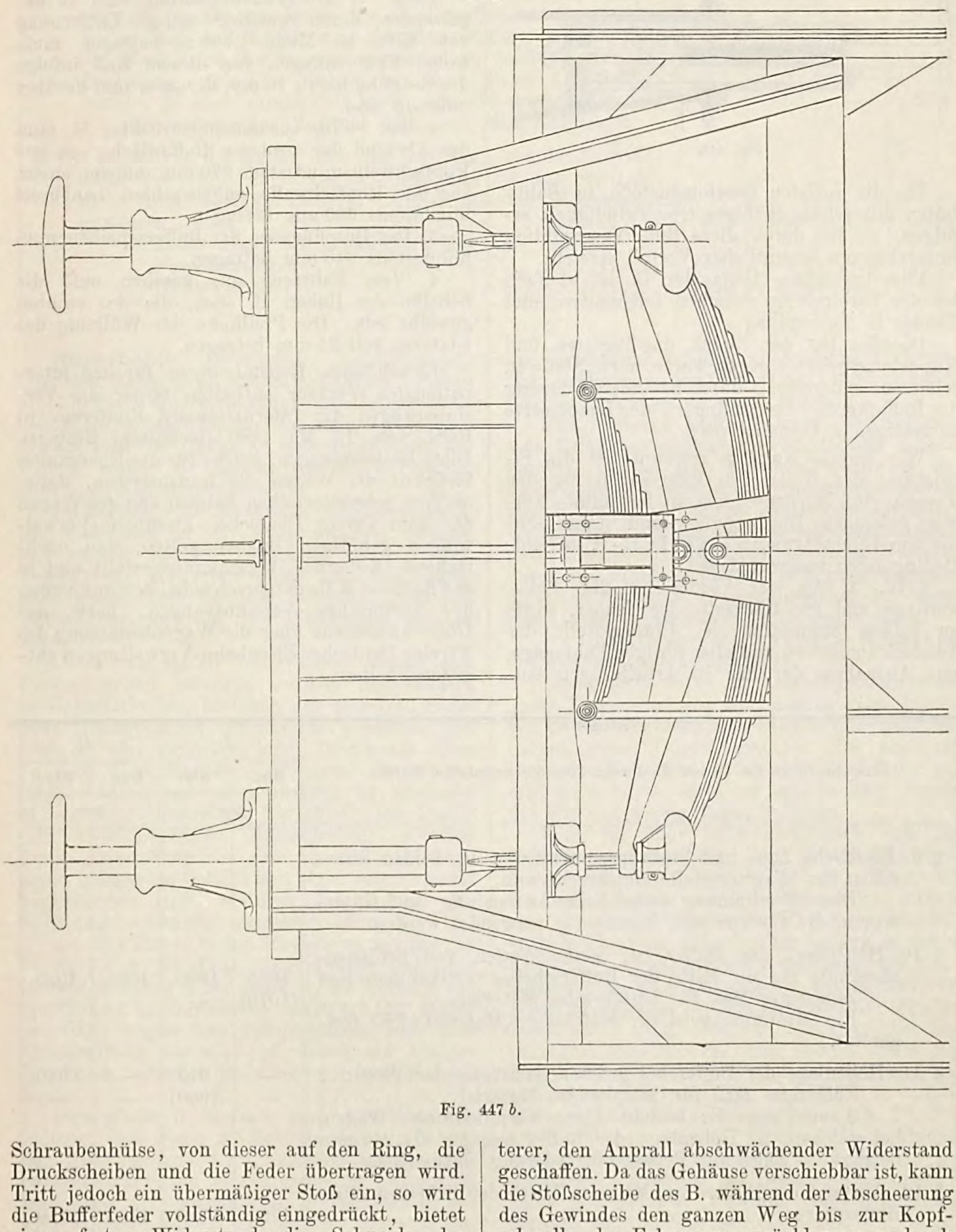


Fig. 447 *b*.

Schraubenhülse, von dieser auf den Ring, die Druckscheiben und die Feder übertragen wird. Tritt jedoch ein übermäßiger Stoß ein, so wird die Bufferfeder vollständig eingedrückt, bietet einen festen Widerstand, die Schneide der terer, den Anprall abschwächender Widerstand geschaffen. Da das Gehäuse verschiebbar ist, kann die Stoßscheibe des B. während der Abscheerung des Gewindes den ganzen Weg bis zur Kopfschwelle des Fahrzeugs zurücklegen, wodurch

das Bufferspiel eine Verlängerung um die Länge des Buffergehäuses (im Vergleich zum gewöhnlichen B.) erhält.

Diese Verlängerung des Bufferspiels im Zusammenhang mit der mechanischen Arbeitsleistung, welche die Abscheerung des Gewindes erfordert, mäßigt die Stoßwirkung auf das Fahrzeug derart, daß nur die Schraubenhülse durch Zerstörung des Gewindes unbrauchbar wird, und eine weitere Beschädigung des Fahrzeugs nur bei bedeutenderen Geschwindigkeiten zu befürchten ist.

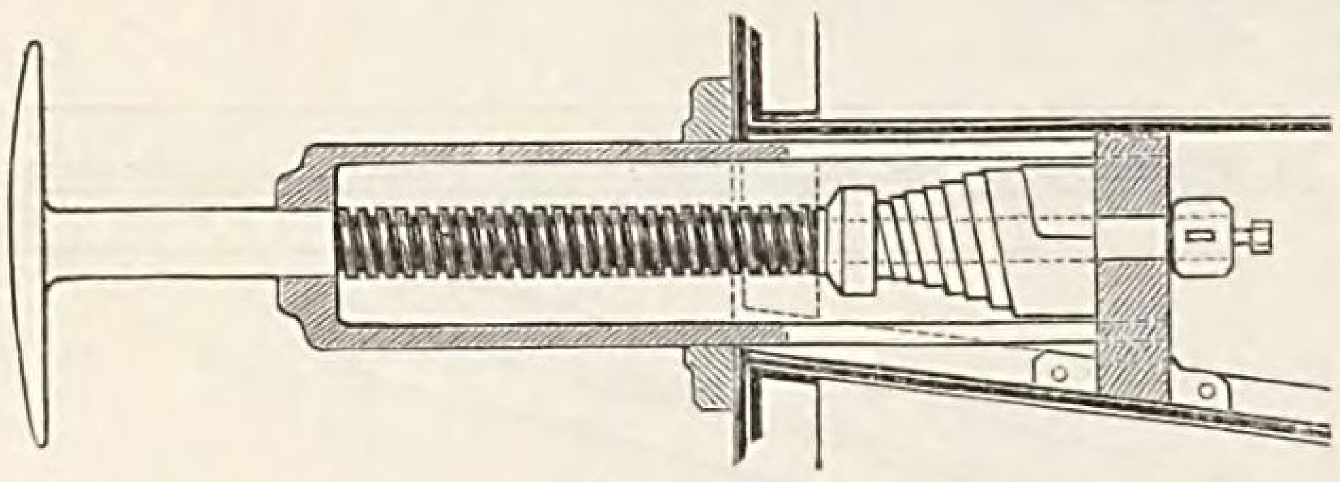


Fig. 448.

Da die meisten Zusammenstöße in Bahnhöfen mit relativ mäßiger Geschwindigkeit erfolgen, so ist durch diese Bufferkonstruktion immerhin ein wesentlicher Vorteil erreicht.

Eine besondere Abart der B. ist vielfach bei der Verbindung zwischen Lokomotive und Tender in Anwendung.

Dieselbe hat den Zweck, die Zugeisen und Kuppelungsgehäuse gegen kurze, harte Stöße zu schützen, andererseits durch besondere Führung des Bufferkopfes das Schlingern der Lokomotive zu mäßigen (s. Lokomotiven).

Wie bereits eingangs erwähnt, ist die Situierung der B. an den Fahrzeugen für den Verkehr auf Normalbahnen an bestimmte Normen gebunden. Diesbezüglich sind in den technischen Vereinbarungen des V. D. E.-V. folgende Bedingungen vorgeschrieben:

§ 76. 1. An der Vorderseite der Lokomotiven und der Rückseite der Tender, sowie an beiden Stirnseiten der Untergestelle der Tenderlokomotiven und aller übrigen Fahrzeuge, mit Ausnahme der nur in Arbeitszügen laufenden, sind federnde Zug- und Stoßvorrichtungen anzubringen.

2. Zu den Federn kann sowohl Stahl, als auch Gummi verwendet werden.

3. Die regelrechte Höhe der Mitten der Zug- und Stoßvorrichtungen über Schienenoberkante wird auf 1,040 m mit einem Spielraum von 25 mm über und unter dieser Höhe bei leeren Fahrzeugen festgesetzt.

4. Die Höhe der Mitten der Zug- und Stoßvorrichtungen über Schienenoberkante bei der größten Belastung der Fahrzeuge muß mindestens 940 mm betragen.

§ 80. 1. Als Stoßvorrichtung sind B. anzuwenden, deren vorschriftsmäßige Entfernung von Mitte zu Mitte 1,750 m betragen muß, wobei Abweichungen von diesem Maß infolge des Betriebs bis zu 10 mm darunter und darüber zulässig sind.

2. Bei völlig zusammengedrückten B. muß der Abstand der vorderen Bufferfläche von der Kopfschwelle mindestens 370 mm und von einem vor der Kopfschwelle angebrachten Laufbrett mindestens 300 mm betragen.

3. Der Durchmesser der Bufferscheiben muß mindestens 340 mm betragen.

4. Vom Fahrzeug aus gesehen muß die Scheibe des linken B. eben, die des rechten gewölbt sein. Die Pfeilhöhe der Wölbung des letzteren soll 25 mm betragen.

Einschlägige Bestimmungen für den internationalen Verkehr enthalten ferner die Vereinbarungen der internationalen Konferenz in Bern, vom 15. Mai 1886 (technische Einheit). Diese Bestimmungen, welche für die Übergangsfähigkeit der Wagen der französischen, italienischen, schweizerischen Bahnen und der Wagen der zum Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen gehörigen Bahnen gelten, sind nachstehend (Kolonne *A*) zusammengestellt und in der Kolonne *B* die entsprechenden Bestimmungen der technischen Vereinbarungen, bezw. des Übereinkommens über die Wagenbenutzung des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen entgegengehalten.

Vereinbarungen der Berner Konferenz über die technische Einheit	*A* Max.	*A* Min.	*B* Max.	*B* Min.
	mm	mm	mm	mm
§ 9. Elastische Zug- und Stoßapparate müssen an beiden Stirnseiten der Wagengestelle angebracht sein. Diese Bestimmung findet keine Anwendung auf Güterwagen, die für specielle Transporte verwendet werden.				
§ 10. Höhenlage der Buffer bei leeren Wagen, von Schienenoberkante bis zur Mitte der Bufferscheibe vertikal gemessen	1065	1020	1065	1015
Zulässiges Maß für bestehendes Material............	(1070)	—	—	—
Ein Minimum wird für bestehendes Material nicht festgesetzt.				
§ 11. Höhenlage der Buffer bei größter Belastung der Wagen..	—	940	—	940
Zulässiges Maß für bestehendes Material............	—	(900)	—	—
Anmerkung: Es besteht keine Verpflichtung, Wagen, bei welchen die Höhenlage der Buffer weniger als 940 mm beträgt, in Züge mit Personenbeförderung einzustellen.				
§ 12. Abstand der Buffer, von Mitte zu Mitte der Scheiben eines Bufferpaares........	1760	1710	1760	1750

Vereinbarungen der Berner Konferenz über die technische Einheit	A Max.	A Min.	B Max.	B Min.
	mm		mm	
Für Fahrzeuge, bei welchen der Abstand der Buffer geringer ist als 1720 mm, muß der Durchmesser der Bufferscheiben (§ 13) mindestens 350 mm betragen. Zulässige Maße für bestehendes Material	(1800)	(1700)	—	—
§ 13. Durchmesser der Bufferscheiben	—	340	—	340
Zulässiges Maß für bestehendes Material	—	(300)	—	—
§ 14. Freier Raum zwischen den Bufferscheiben und der Kopfschwelle der Wagen, bezw. den an denselben vorspringenden Teilen, bei vollständig eingedrückten Buffern parallel mit der Längsachse des Wagens gemessen, zu beiden Seiten des Zughakens, zwischen diesem und dem Rand der Bufferscheibe, in einer minimalen Breite von 400 mm	—	300	—	370
Für bestehendes Material wird kein Maß festgesetzt.				
§ 15. Vorsprung der Buffer über den Zughaken, von der Angriffsfläche des nicht angezogenen Zughakens bis zur Stirn des nicht eingedrückten Buffers, parallel mit der Wagenachse gemessen	400	300	395	345
Zulässige Maße für bestehendes Material				
Personenwagen	(430)	—	—	—
Güterwagen	(430)	(223)	—	—

Bufferbohle (Brustbaum, Kopfschwelle), eine den Rahmen an den Stirn- (Brust-) Seiten abschließende Querverbindung des Untergestells von Eisenbahnfahrzeugen. Bei dem Zweibuffersystem sind die Buffer an dem Brustbaum befestigt, woher die Benennung Bufferbohle rührt (s. Wagenuntergestell).

Bufferwehr, Bufferständer (*Buffing stands*, pl.; *Tampons*, m. pl.; *stationnaires*, *buttoir*, m.) ist der bauliche Abschluß eines Gleises, welcher die Weiterbewegung von Fahrzeugen auf diesem Gleis dadurch behindert, daß den Buffern derselben ein fixer Widerstand geboten wird.

Die B. an Enden von Gleisen, welche mit Personenzügen befahren werden, insbesondere in Bahnhofhallen, bestehen aus massiven Holz- oder Eisengerüsten, welche im Erdboden fest gelagert oder verankert sind. Gegen das Gleis zu sind diese Gerüste mit einem Brustbaum (Bufferbohle) und zwei Buffern in normaler Höhen- und Breitenlage versehen. Die Buffer (am zweckmäßigsten Hülsenbuffer) erhalten durch Anwendung von drei bis vier hintereinander gelagerten Volutfedern einen entsprechend vergrößerten Hub, wodurch der Anprall der Fahrzeuge wesentlich gemildert wird.

An den Enden freier Stutzgleise werden die B. durch in die Erde eingerammte und verstrebte starke Pfähle gebildet, an welchen ein Querbalken in Bufferhöhe befestigt ist. Endet das Gleis gegen eine Rampenmauer oder eine Erdböschung, so wird an dieser ein starker Querbaum befestigt, bezw. entsprechend fest gelagert.

Bewegliche B. werden zum Abschluß von Seitengleisen gegen die Betriebsgleise, z. B. bei den Abzweigungen zu Industrieanlagen, zu Reparaturwerkstätten etc. angebracht. Diese B. sind nach Art gewöhnlicher Wegschranken aus sehr starken Balken hergestellt; der sich um einen Bolzen drehende Querbalken dient bei geschlossenem Schranken als Bufferbohle, welche sich beiderseits des Gleises auf entsprechende Ständer (Balkenwiderlager) stützt.

Bukowinaer Lokalbahnen (188,581 km), eine Reihe normalspuriger eingleisiger Lokalbahnen, welche das Kronland Bukowina der österreichisch-ungarischen Monarchie durchziehen, bis 1. Juli 1889 im Betrieb der Lemberg-Czernowitz-Jassy-Eisenbahngesellschaft standen, nach Übernahme des Betriebs dieser letzteren durch die Staatseisenbahnverwaltung, nunmehr aber von der k. k. Generaldirektion der österreichischen Staatsbahnen betrieben werden.

1. Lokalbahn Czernowitz-(Zuczka-) Nowosielitza (32,520 km).

Schon 1865 hatte die Lemberg-Czernowitz-Jassy-Eisenbahn eine Fortsetzung ihrer Linien von Czernowitz über Nowosielitza auf russisches Gebiet gegen Odessa geplant. Da aber ein russisches Bahnnetz, an welches diese Bahn anschließen sollte, nicht zu stande kam, wurde das Projekt wieder fallen gelassen.

Erst im Jahr 1873 interessierte sich ein Privatkonsortium für das Zustandekommen dieser Bahn und erhielt in der That am 29. Mai desselben Jahrs die Konzession, konnte aber die Geldmittel für das Unternehmen nicht aufbringen. Zehn Jahre später gelang es einem anderen Privatkonsortium neuerdings die Konzession für diese Eisenbahn auf Grund der Lokalbahngesetze (5. Mai 1880 und 26. Oktober 1882) am 5. Mai 1883 zu erlangen. Die Gesellschaft konstituierte sich alsbald unter der Firma: „Lokalbahn Czernowitz-Nowosielitza“ und nahm sofort den Bau in Angriff, so daß die Bahn in ihrer Gesamtlänge schon am 12. Juli 1884 eröffnet werden konnte. Das Anlagekapital beträgt 1 050 000 fl.; hierbei ist der Staat mit 350 000 fl., die Lemberg-Czernowitzer Bahn mit 500 000 fl. beteiligt. Die Einnahmen beliefen sich im Jahr 1888 auf 111 476 fl. 78 kr., die Ausgaben auf 37 694 fl. 53 kr., was einem

Betriebskoefficienten von 33,81 % entspricht. Das Anlagekapital verzinst sich mit 7,02 %.

2. Lokalbahn Hliboka-Berhometh a. S. (52,927 km) mit dem Flügel Karapciu a. S. nach Czudin (18,710 km) und der Schleppbahn Berhometh-Mezebrody (9,221 km).

3. Lokalbahn Hatna-Kimpolung (66,866 km) mit der Schleppbahn Wama-Russisch Moldavitza.

4. Lokalbahn Hadikfálva-Radautz (8,337 km). Am 29. Aug. 1885 wurde einem Konsortium die Konzession für den Bau und Betrieb der sub 2—4 genannten Linien erteilt. Selbstredend lag der Lokalbahn Czernowitz-Nowosielitza viel daran, diese Konzession für sich zu erwerben, und sie trat deshalb mit dem Konsortium in Unterhandlungen. Das Resultat derselben war, daß die Konzession in der That von der genannten Lokalbahn übernommen wurde. Infolge Erwerbung der Konzession sah sich die Lokalbahn Czernowitz-Nowosielitza veranlaßt, die gesellschaftlichen Statuten zu ändern, und beschloß die zu diesem Zweck einberufene Generalversammlung auch eine neue Firma: „Bukowinaer Lokalbahnen" anzunehmen. Das Anlagekapital beträgt 5 600 000 fl.; hierbei ist der Staat mit 1 100 000 fl., der griechisch-orientalische Religionsfond mit 1 000 000 fl. und die Lemberg-Czernowitzer Eisenbahn mit 1 870 000 fl. beteiligt.

Die Lokalbahn Hliboka-Berhometh a. S. mit der Abzweigung Karapciu a. S.-Czudin wurde am 30. November 1886, die Schleppbahn Berhometh a. S.-Mezebrody (Holzbahn) am 21. Dezember desselben Jahrs eröffnet. Die Einnahmen der beiden ersten Strecken betrugen im Jahr 1888: 110 766 fl., die Ausgaben 60 718 fl., Betriebskoefficient 54,81 %. Die Strecke Hatna-Kimpolung wurde am 1. Mai 1888, die Schleppbahn Wama-Russ. Moldavitza am 10. Aug. 1889, die Lokalbahn Hadikfálva-Radautz am 17. Nov. 1889 dem Verkehr übergeben. Dr. Ziffer.

Bulgarische Eisenbahnen, gegenwärtig im Eigentum des bulgarischen Staats (Staatsbahnen), sind bis 1888 einschließlich der in Beschlag genommenen türkischen Staatsbahnlinie Bellova-Vacarel (54 km) in einer Länge von 378,8 km zur Ausführung gelangt, und dürfte sich das Netz derselben nach Vollendung der am 13. Mai 1889 in Angriff genommenen Strecke von Jamboli nach dem Hafenplatz Burgas um 108 km erweitern. Die zuerst in Bulgarien gebaute Eisenbahn war die einer englischen Aktiengesellschaft eigentümliche Varnabahn, welche von Rustschuk nach Varna (222,8 km) führte und am 7. November 1866 zur Eröffnung gelangte. Die Gesellschaft hatte anfangs mit mancherlei finanziellen Schwierigkeiten zu kämpfen, die allerdings dadurch behoben wurden, daß die türkische Regierung das Unternehmen durch Gewährung von Zinsgarantien ganz bedeutend unterstützte, über deren Berechnung und Erstattung zwischen der Türkei und der Gesellschaft später vielfach Streitigkeiten entstanden. Auf Grund eines Vertrags mit der Betriebsgesellschaft der orientalischen Eisenbahnen wurde 1873 der Betrieb der Varnabahn von der genannten Gesellschaft übernommen, und besteht der Vertrag noch gegenwärtig zu Recht. Als im Berliner Frieden vom 13. Juli 1878 das Fürstentum Bulgarien von der Türkei getrennt wurde, traf man im Artikel 10 folgende Bestimmung: „Bulgarien übernimmt vom Tag der Auswechslung der Ratifikationsurkunden zu dem gegenwärtigen Vertrag ab an Stelle der kais. ottomanischen Regierung deren Lasten und Verpflichtungen gegenüber der Rustschuk-Varnaer Eisenbahngesellschaft; die Begleichung der früheren Rechnungen wird einer Vereinbarung der Hohen Pforte, der Regierung des Fürstentums und der Verwaltung dieser Gesellschaft vorbehalten." Die infolgedessen zwischen dem Fürstentum Bulgarien und der Eisenbahngesellschaft eingeleiteten Verhandlungen haben darin ihren Abschluß gefunden, daß die Generalversammlung der Aktionäre im Oktober 1885 den Ankauf der Eisenbahn von Rustschuk nach Varna genehmigte, und hat der bulgarische Staat gegen Zahlung des Kaufgelds von 44½ Millionen Franks das Eigentum dieser Bahn Ende 1886 erworben. Um einen direkten Verkehr zwischen der Produktion Mittel- und Westeuropas und den der modernen Kulturentwicklung entrückten Ländern und Staaten der Balkanhalbinsel herzustellen, wurde der Bau einer Linie von Zaribrod über Sofia nach Vacarel geplant, welche im Anschluß an die gleichfalls projektierte türkische Staatsbahnlinie Bellova-Vacarel den Weg nach Konstantinopel erschlossen hätte. Allein die Ausführung dieses Projekts stieß auf viele Hindernisse, und mußte insbesondere der Widerstand der Türkei gegen den Anschluß an das von Ungarn, Serbien und Bulgarien gebaute Netz beseitigt werden. Erst als die Türkei ihren Einfluß in Bulgarien gänzlich eingebüßt hatte, konnte an die Verwirklichung des Projekts gedacht werden, und wurde auch 1887 mit den Vorarbeiten begonnen. Im Mai 1888 sollte die Bahn eröffnet werden, und hatte die Türkei auch für denselben Termin die Eröffnung ihrer Anschlußlinie Bellova-Vacarel in Aussicht gestellt. Da sich aber in betreff der Betriebsübernahme dieser letzteren Strecke Uneinigkeiten ergaben, mußte ein Schiedsgericht zusammentreten, welches entschied, daß Baron Hirsch das Recht habe, den Betrieb zu übernehmen. Nachdem dieser jedoch auf sein Recht verzichtete, hatte nun die Gesellschaft der türkischen Anschlußbahnen (Société des racordements), welche die Linie gebaut hatte, den Betrieb übernehmen wollen. Da es jedoch für Bulgarien zweifellos nicht erwünscht gewesen wäre, wenn eine fremde Gesellschaft sich in das Netz der Staatsbahnen eingeschoben hätte, hielt es die bulgarische Regierung für zweckmäßig, diese Linie in Beschlag zu nehmen und die Vollendung durch ihr eigenes Personal zu bewerkstelligen. So gelang es endlich, nachdem die Strecke Zaribrod-Sofia-Vacarel für den internen Verkehr am 7. Juli 1888 eröffnet war, am 12. August 1888 die Gesamtlinie dem internationalen Durchgangsverkehr zu übergeben.

Die bulgarischen Staatsbahnen haben in Zaribrod Anschluß an die königl. serbischen Staatsbahnen, in Bellova an die orientalischen Eisenbahnen.

Die Arbeiten für den Bau der Bahn Jamboli-Burgas (108 km) haben im Mai 1889 begonnen, und wird diese Bahn auf Staatskosten hergestellt.

Eine günstige Entwicklung nimmt einzig und allein die Linie Zaribrod-Sofia, hingegen liefern die übrigen Strecken hauptsächlich in-

folge der schwierigen Terrainverhältnisse (Steigungen bis zu 25 ‰ und Kurven von 300 m Radius) sehr schlechte Ergebnisse.

Der Fahrpark der B. bestand 1888 aus zusammen 254 Personen- und Güterwagen.

Dr. Ziffer.

Bulle-Romont (Schweiz), normalspurige Zweigbahn, welche in Romont an die zum Netz der schweizerischen Westbahnen gehörende Linie Bern-Lausanne anschließt, bildet eine eigene Unternehmung mit dem Sitz in Bulle. Sie wurde am 1. Juli 1868 dem Betrieb übergeben; die Baulänge beträgt 17,083 km, die Betriebslänge 18,189 km. Die Bahn hat Steigungen bis zu 25 ‰, bei einem Durchschnitt von 15,97 ‰. Der kleinste Radius beträgt 250 m. Die Schienen wiegen 31 kg pro laufenden Meter und sind aus Eisen, die neueren sind 35 kg pro laufenden Meter schwer und aus Stahl. Eigenes Betriebsmaterial besitzt die Bahn nicht. Die Baukosten betragen 2 801 137 Frs. oder 163 972 Frs. pro Kilometer, davon sind 1 000 000 Frs. durch Aktien und 750 000 Frs. durch Subventionen aufgebracht. Der Betrieb wird, mit Ausnahme des Bahndienstes und des Tarifwesens, durch die Organe der westschweizerischen Bahnen besorgt. Die Bahn hatte im Jahr 1887 eine kilometrische Gesamteinnahme von 12 336 Frs. und eine Ausgabe von 9647 Frs. pro Kilometer; Betriebskoefficient 78,2 %. Dietler.

Bummelzug ist jeder Personenzug mit geringer Fahrgeschwindigkeit, der in allen Stationen oder Haltestellen der durchfahrenen Strecke Aufenthalt nimmt. Dem deutschen B. entspricht in England der *parliamentary* (*train*). Durch eine Parlamentsakte ist nämlich bestimmt, daß auf jeder englischen Eisenbahnlinie täglich mindestens ein Personenzug mit allen drei Wagenklassen für den Preis von 1 Penny pro englische Meile in III. Klasse verkehren soll, der bei jeder Station anhalten muß.

Burleigh's Gesteinsbohrmaschine, eine der ältesten, hauptsächlich in Amerika verwendeten Stoßbohrmaschinen, welche entweder mit Dampf oder komprimierter Luft betrieben wird. Bereits im Jahr 1856 erwarb Burleigh ein Patent auf eine Gesteinsbohrmaschine, welche jedoch erst 1866 in wesentlich verbesserter Konstruktion beim Bau des Hoosac-Tunnels in größerem Maßstab in Verwendung kam. Infolge der günstigen Resultate, welche mit dieser Maschine bei der Auffahrung des Hoosac-Tunnels erzielt wurden, erlangte sie einen bedeutenden Ruf, so daß sie bis Mitte der Siebzigerjahre nicht nur in Amerika große Verbreitung fand, sondern auch in Europa (England, Deutschland, Österreich etc.) vielfach eingeführt wurde. Durch die große Konkurrenz der Ingersall-Maschinen, deren Konstruktion auch den neueren Bohrmaschinen ähnelt, sowie der Dubois-François'schen, der Ferroux'schen, Brandt'schen u. s. w., ist die B. in Amerika vielfach und in Europa gänzlich verdrängt worden. Immerhin gebührt Burleigh das Verdienst, der erste gewesen zu sein, welcher für die Stoßbewegung einen gewöhnlichen Verteilungsschieber, der mittels Hebelübersetzung von einem Wulst auf der Kolbenstange aus bewegt wird, in praktisch brauchbarer Konstruktion ausführte.

Seit der ersten größeren Verwendung am Hoosac-Tunnel hat die B. eine Reihe wesentlicher Verbesserungen erfahren. Nach der neuesten Konstruktion besitzt die B. einen massiven Stahlkolben mit stählernen Dichtungsringen, von dem aus eine starke Kolbenstange durch das vordere Ende des Bohrcylinders ragt und außerhalb der Stopfbüchse den Bohrkopf und die Bohrspindel aufnimmt, während die Rückseite des Kolbens mit einer Kolbenstange von kleinerem Durchmesser verbunden und mit vier schraubenförmigen Nuten versehen ist, so daß beim Rückgang des Treibkolbens durch das von einer Sperrklinke festgehaltene Sperrrad eine teilweise Drehung des Treibkolbens und die Umsetzung des Bohrers bewirkt wird.

Die Verteilung des Dampfes oder der komprimierten Luft erfolgt durch einen gewöhnlichen Muschelschieber, der auf der oberen Fläche des Cylinders über entsprechenden Kanälen geleitet und mittels zweier Winkelhebel durch direktes Anschlagen des Kolbens an die ersteren, gegen Ende des Kolbenhubs so bewegt wird, daß abwechselnd Dampf, bezw. komprimierte Luft hinter oder vor den Kolben geleitet, der Bohrer also abwechselnd vorgeworfen oder zurückgezogen wird. Die Luft-, resp. Dampfkanäle im Cylinder sind dabei so angeordnet, daß beim Vorgang des Treibkolbens das bewegende Element nicht nur auf die ringförmige Fläche des Hauptkolbens drückt, sondern auch hinter die verlängerte Kolbenstange gelangen kann, um auf diese Weise den vollen Kolbenquerschnitt für die Schlagwirkung nutzbar zu machen. Das rückwärtige Ende des Cylinders trägt eine Buffervorrichtung, um das Anschlagen des Kolbens an den Cylinderdeckel bei allfällig zu raschem Rückgang desselben zu verhüten. Der vordere Cylinderdeckel ist gegen das Anschlagen nicht geschützt, jedoch aus Stahl gefertigt und durch lange durchgehende Schraubenbolzen mit dem rückwärtigen Deckel verbunden.

Der Vorschub des Bohrers erfolgt von Hand durch die Vorschubschraube vermittels einer Handkurbel, wodurch bei Drehung der letzteren in gewöhnlicher Weise der Treibcylinder längs der Führungsnuten im Bohrrahmen vorgeschoben oder zurückgezogen werden kann.

Die B. wird in verschiedenen Größen gebaut, und zwar für Bohrlöcher von 25—130 mm Durchmesser und einem Vorschub von 485—1370 mm; dementsprechend besitzt sie ein Gewicht von 110—500 kg.

Bei Arbeiten über Tag werden die Maschinen auf Dreifußgestellen oder Wagengestellen aus Holz befestigt, während sie bei Verwendung im Stollen- und Tunnelbau auf Säulenwagen angebracht werden, deren Säulen zwischen den Ulmen des Stollens oder zwischen Sohle und First mittels Spannschrauben eingespannt werden.

Die günstigsten Leistungen wurden mit der B. während der Zeit vom 11. bis 27. August 1873 im westlichen Richtstollen des Hoosac-Tunnels erreicht. Während dieser Zeit arbeiteten in zehn Schichten je sechs Bohrmaschinen, welche zusammen in 38 Stunden 40 Minuten 120 Bohrlöcher von 52 mm Durchmesser und etwa 3,5 m Tiefe bohrten. Der erzielte lineare Fortschritt im Stollen betrug 32,6 m.

Größere Anwendung fand die B. noch bei den Sprengarbeiten am Hellgate bei New-York, beim Bau des Sutro-Tunnels, bei Stollenbauten in New-Almaden (Californien) etc.

Auch für Gesteinsbearbeitung und Ausbohren von Blöcken in Steinbrüchen ohne Sprengung ist die B. in Amerika vielfach verwendet worden, und zwar derart, daß die auf einem entsprechenden Gestell befestigte und verschiebbare Maschine eine Reihe von Bohrlöchern in etwa 50 mm Entfernung abbohrt und dann durch einen flachen Meißel die Zwischenräume ausstemmt, für welch letztere Operation die Umsetzungsvorrichtung an der Maschine ausgelöst wird.

Näheres siehe Rziha, Eisenbahn-Unter- und -Oberbau, Wien 1876; Riedler, Gesteinsbohrmaschinen und Luftkompressoren (Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia 1876), Wien 1877; Mackensen und Richard, Tunnelbau, in Heusinger, Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Leipzig 1880. Mayr.

Busche, Jacques Alphonse, geboren Paris 3. Dezember 1803, gestorben 25. September 1868, nahm 1838 Anteil an den Arbeiten der Eisenbahn Paris-Hâvre, war darauf betraut mit dem Bau der Eisenbahn Lille-Valenciennes bis zur belgischen Grenze, dann von Amiens nach Lille, nebst der Abzweigung Lille-Calais. Im Jahr 1853 leitete er die Studien für den Bau der französischen Centralbahn. 1856 wurde er Generaldirektor der lombardo-venetianischen Eisenbahn.

Buschtěhrader Eisenbahn (465 km), im Königreich Böhmen gelegene, normalspurige, eingleisige Bahn, welche — abgesehen von 57,786 km Lokal-, Industrie- und Kohlenbahnen — zu den Hauptbahnen gehört und folgende Strecken umfaßt: *a*) Prag (Smichow)-Hostiwitz-Wejhybka-Lužna Lischan-Krupa-Saaz-Priesen-Kaaden Brunnersdorf-Karlsbad-Chodau-Elbogen Neusattel-Falkenau a. d. Eger-Tirschnitz-Eger (230,104 km); *b*) Prag (Bubna)-Hostiwitz (14,404 km); *c*) Wejhybka-Neukladno-Duby-Kralup (25,038 km); *d*) Duby-Altkladno (2,534 km, nur dem Güterverkehr dienend); *e*) Lužna Lischan-Rakonitz (9,187 km); *f*) Krupa-Kolleschowitz (Lokalbahn, 12,010 km); *g*) Priesen-Komotau-Krima Neudorf-Weipert (66,889 km); *h*) Weipert-Landesgrenze (0,265 km, an die kgl. sächsischen Staatsbahnen verpachtet); *i*) Krima Neudorf-(Landesgrenze)-Reitzenhain (14,488 km, hiervon ist jedoch die den sächsischen Staatsbahnen gehörige 1,818 km lange Strecke von der Landesgrenze bis Reitzenhain nur gepachtet, während der Bahnhof Reitzenhain gemeinschaftliches Eigentum beider Bahnen ist); *k*) Komotau-Deutsch Kralup-Kaaden Brunnersdorf (12,772 km); *l*) Falkenau a. d. Eger-Sächsisch-böhmische Grenze-Klingenthal (27,94 km, hiervon ist indessen die 0,519 km lange Strecke von der Grenze bis Klingenthal Eigentum der sächsischen Staatsbahnen, während die B. nur den Betrieb führt) und *m*) Tirschnitz-Franzensbad (4,113 km). Ferner wird die der österreichisch-ungarischen Staatseisenbahngesellschaft gehörige, 2,05 km lange Strecke Prag (Bubna)-Prag (Staatsbahnhof) von der B. für den Personenverkehr mitbenutzt. Außerdem schließen mehrere (13) Industriebahnen in der Länge von 9,423 km — von denen indessen 1,558 km in fremdem Eigentum stehen — und 42 Kohlenbahnen in der Länge von 36,353 km, von denen 3,035 km fremdes Eigentum sind, an.

Anschlüsse hat die B. an das Netz der österreichisch-ungarischen Staatseisenbahngesellschaft in Prag (Bubna) und Kralup, wo sie gleichzeitig in Schienenverbindung mit der böhmischen Nordbahn steht; ferner an die k. k. österreichischen Staatsbahnen in Prag (Smichow), hier besteht gleichzeitig Anschluß an die böhmische Westbahn; dann in Rakonitz, Saaz, Komotau, wo sie auch mit der Aussig-Teplitzer Bahn in Schienenverbindung steht, und in Eger; in dieser letzteren Station, sowie in Franzensbad ist die B. noch an die bayrischen und sächsischen Staatsbahnen angeschlossen, an letztere ferner in Reitzenhain und Weipert. Schließlich steht sie in Schienenverbindung mit den der österreichischen Lokaleisenbahngesellschaft gehörigen Lokalbahnen Chodau-Neudek und Elbogen Neusattel-Elbogen.

Außer den oben aufgeführten Eisenbahnstrecken besitzt die Gesellschaft noch ein Grubenfeld von 653,070 ha. Der Steinkohlenbergwerksbesitz besteht aus einem neun Grubenfelder mit drei Fundgruben umfassenden Komplex, nämlich: aus dem Maria Anna-, Johann-, Prokop-, Sofien-, Ludmilla-, Antonia-, Ferdinand-, Josef- und dem Hnidouser Grubenfeld; Förderschächte sind: der Franz Josef-, Prokop-, Antonia-, Ferdinand- und der Johannschacht, von denen der erste 303 m tief ist. Ferner sind hierher mehrere zerstreute Massen zu rechnen, und ist besonders das Steinkohlenwerk Buschtěhrad-Rapitz zu erwähnen, zu welchem ein Grundbesitz von 130,142 ha gehört, der aus fünf in den Gemeinden Kladno, Aujezd und Duby liegenden Wirtschaften besteht.

Bereits am 30. Juli 1827 wurde einer „Privatgesellschaft" auf 50 Jahre ein ausschließendes Privilegium zum Bau einer Holz- und Eisenbahn zwischen Prag und Pilsen erteilt, inhaltlich dessen die Unternehmer berechtigt sein sollten, auf dieser Bahn alle Arten Güter und Waren mit eigenen Wagen zu verführen. Von dieser Linie wurde vorerst nur die am 21. Oktober 1830 als Pferdebahn eröffnete Teilstrecke Prag-Wejhybka-Lana-Pinč gebaut, die jedoch erst nach mehr als zwanzig Jahren durch die inzwischen eingetretene weitere Entwicklung des böhmischen Eisenbahnnetzes Bedeutung erhielt. Mit Allerhöchster Entschließung vom 21. Dezember 1852 wurde nämlich dem Fürsten Karl Egon zu Fürstenberg die vorläufige Bewilligung zur Bildung einer Aktiengesellschaft und zur Vornahme der Vorarbeiten für die Fortsetzung der bestehenden Pferdebahn, und zwar von Wejhybka nach dem Buschtěhrader Kohlenrevier, sowie zur Anlage einer Lokomotivbahn von diesem Revier nach Kralup (mit Einschluß der Zweigbahnen nach den Kohlengruben) erteilt.

Der nunmehr unter der Firma „Buschtěhrader Eisenbahnaktiengesellschaft" gebildete Aktienverein erhielt sodann durch Urkunde vom 20. November 1855 auf fünfzig Jahre das ausschließende Recht zum Bau und Betrieb der vorbezeichneten Linie und ferner das Privilegium der von ihm erworbenen Prag-Lanaer Eisenbahn. Bereits am 28. Februar 1856 konnte die Gesellschaft die Teilstrecke Kralup-Duby für den Frachten-, am 1. August für den Personenverkehr eröffnen, die Reststrecke Duby-Altkladno wurde dagegen erst am 1. Dezember 1857 dem Betrieb übergeben. Von der Ausführung der — wie oben bereits erwähnt — ferner konzessionierten Pferdebahn von Wejhybka nach dem Buschtěhrader Kohlenrevier

wurde unter den veränderten Verhältnissen abgesehen. Die Gesellschaft benutzte vielmehr nach entsprechenden, mit der Prager Eisenindustriegesellschaft getroffenen Abmachungen, die inzwischen erbaute Strecke Altkladno-Wejhybka der dieser letzteren gehörigen Nučicer Erz- und Kohlenbahn, und durfte diese Strecke später auch (gemäß Allerhöchster Entschließung vom 8. Februar 1864) mit Personenzügen befahren.

Inzwischen war der Gesellschaft durch Allerhöchste Entschließung vom 9. Mai 1863 auch die Umgestaltung der Prag-Lanaer Pferdebahn in eine Lokomotiveisenbahn gestattet worden; zunächst wurde indessen nur der Umbau der Strecke Prag-Wejhybka, deren Eröffnung für Lokomotivbetrieb am 4. November 1863 erfolgte, ausgeführt. Am 11. Jänner 1867 erhielt die Gesellschaft eine neue, ihre sämtlichen Linien umfassende und auf achtzig Jahre lautende Urkunde, nach der ihr das Recht zum Betrieb der Lokomotiveisenbahn Prag-Wejhybka und Altkladno-Kralup, mit Einschluß der bestehenden Flügelbahnen und der Strecke Wejhybka-Altkladno der Nučicer Bahn zugestanden, ferner die Umgestaltung der die Reststrecke der obenerwähnten Prag-Lanaer Bahn bildenden Pferdebahn Wejhybka-Pinč auferlegt, und endlich wiederholt der Anschluß ihrer Linien an die nördliche Staatsbahn zur Pflicht gemacht wurde. Der letztere erfolgte bis zum 1. April 1868, die Umgestaltung bis 22. April 1869. Außerdem erhielt die Gesellschaft das Recht, von Station Hostiwitz eine Abzweigung nach Smichow herzustellen und zu betreiben. Durch Gesetz vom 3. Juni 1868 wurde bei Erteilung der Konzession zum Bau und Betrieb einer Lokomotiveisenbahn von Prag (Smichow) über Saaz, Komotau bis Weipert (behufs Verbindung mit der Chemnitz-Annaberger Bahn), dann einer von der Hauptbahn bei Priesen abzweigenden Bahn durch das Egerthal über Karlsbad nach Eger mit Flügelbahn nach Franzensbad, ferner zum Bau und Betrieb einer von der Hauptbahn abzweigenden Flügelbahn in das Rakonitzer Kohlenrevier, und zwar für diese sämtlichen Linien entweder die Beteiligung des Staats mit einem Betrag bis zu fünf Millionen Gulden oder die Garantie eines jährlichen fünfprozentigen Reinertrags des Anlagekapitals — das indessen den Durchschnittsbetrag von 890 000 fl. für die Meile nicht überschreiten durfte — zugesichert. Bei der hiernächst auf neunzig Jahre erfolgten Konzessionierung dieser die böhmische Nordwestbahn bildenden Linien wurde der vorgesehene Staatsbeitrag von fünf Millionen Gulden gewährt (Urkunde vom 1. Juli 1868). Das für den Bau der neuen Strecken erforderliche Kapital wurde durch weitere Ausgabe von Aktien (Serie A), durch Ausgabe einer neuen Serie Aktien (lit. B) und durch die Ausgabe von 5% Silberprioritätsobligationen beschafft. Die neuen Aktien (lit. B) haben auf den statutenmäßigen Reinertrag der Flügelbahn von Priesen über Karlsbad nach Eger und Franzensbad und von Priesen über Komotau zur sächsischen Grenze Anspruch.

Von den neu konzessionierten Strecken, deren Bau man alsbald in Angriff nahm, wurden die Linien Eger-Karlsbad am 19. September 1870, Lana-Komotau am 4. Februar 1871, Priesen-Karlsbad und Tirschnitz-Franzensbad am 9. November 1871, Komotau-Weipert-Grenze am 3. August 1872 und Smichow (Prag)-Hostiwitz am 3. Juli 1872 dem Güter-, am 16. September 1872 dem Personenverkehr übergeben; die Strecke Lužna Lischan-Rakonitz wurde zwar für den Kohlenverkehr bereits am 4. Februar 1871 in Benutzung genommen, für den Personenverkehr aber erst am 5. März 1873 eröffnet.

Unterdessen hatte die Gesellschaft durch Urkunde vom 4. August 1871 die weitere Konzession zum Bau und Betrieb einer — als Bestandteil der bisherigen Strecken anzusehenden — Verbindungsbahn von Komotau nach Brunnersdorf erhalten; dieselbe wurde am 1. März 1873 dem Betrieb übergeben. Mit dem Handelsministerialerlaß vom 5. September 1871 war sodann die Bewilligung zur Herstellung einer Verbindungsbahn Wejhybka-Duby erteilt worden, deren Eröffnung für den Güterverkehr am 25. Februar, für den Personenverkehr am 15. April 1874 erfolgte.

Die Gesellschaft erhielt ferner unter der durch Gesetz vom 28. Juni 1872 festgesetzten Bedingung, daß bei der Herstellung einer Zweigbahn von Krima an die böhmisch-sächsische Grenze bei Reitzenhain die gleichen Zugeständnisse wie bei den übrigen Buschtěhrader Strecken gewährt würden, auch zum Bau und Betrieb dieser Strecke die Konzession (Urkunde vom 12. Nov. 1872); am 23. August 1875 wurde diese Linie gleichzeitig mit der sächsischen Anschlußstrecke Reitzenhain-Marienberg-Flöha für den Personen- und Güterverkehr eröffnet.

Behufs Herstellung einer weiteren Verbindung mit den sächsischen Staatsbahnen, sowie mit der vormaligen Pilsen-Priesener Eisenbahn wurde die Regierung durch Gesetz vom 7. Mai 1873 ermächtigt, bei Erteilung der Konzession für eine Lokomotiveisenbahn Falkenau-böhmisch-sächsische Grenze bei Graslitz, sowie von Rakonitz über Woratschen und Jechnitz an einen Punkt der Pilsen-Priesener Bahn nächst Scheles Steuer- und Gebührenfreiheit zuzugestehen. Auf Grund dieses Gesetzes wurde der B. die Konzession für die Linie von Falkenau nach Graslitz erteilt (Urkunde vom 30. Oktober 1873). Die Verwirklichung der zweiten Strecke blieb jedoch nicht allein auf unbestimmte Zeit, und zwar bis zur günstigeren Gestaltung des Geldmarkts, verschoben, sondern es konnte auch der Bau der bereits am 31. Oktober 1874 zu eröffnenden Strecke Falkenau-Graslitz wegen Geldmangels erst dann in Angriff genommen werden, als die Regierung durch Gesetz vom 30. April 1874 zum Abschluß eines (am 8. Juni 1874 zu stande gekommenen) Übereinkommens mit der Gesellschaft ermächtigt worden war, nach welchem der letzteren unverzinsliche Barvorschüsse im Betrag von 1,5 Millionen Gulden gegen Übergabe von neu zu emittierenden Aktien vorgestreckt wurden. Der Bau der nun bis zum 31. Oktober 1875 zu vollendenden Strecke wurde jetzt zwar in Angriff genommen, die neuerdings gestellte Frist konnte gleichwohl nicht eingehalten werden. Um die endliche Inbetriebsetzung der Graslitzer Strecke herbeizuführen, sah sich die Regierung neuerdings gezwungen, der Gesellschaft zur Begleichung der durch den Bau erwachsenen schwebenden Schuld fernere Barvorschüsse in der Höhe

von 1,7 Millionen Gulden zu leisten (Gesetz vom 20. März 1876); die Gesellschaft nahm indessen von dieser Summe nur 1,1 Millionen Gulden in Anspruch und zahlte diese Ende 1882 (einschließlich der seit 1. Oktober 1877 aufgelaufenen Zinsen) mit 1,125 Millionen Gulden zurück. Unter Zusicherung ferneren Staatsvorschusses wurde der — endlich auch eingehaltene — Eröffnungstermin für Falkenau-Graslitz auf den 1. Juni 1876, für Graslitz-Sächsische Grenze auf den 31. Dezember 1876 neu festgesetzt. Die letztere Strecke konnte indessen vorläufig nicht ausgeführt werden, weil sich der Abschluß des erforderlichen Staatsvertrags mit Sachsen dadurch verzögerte, daß letzterer Staat Klingenthal, die österreichische Regierung aber Graslitz als Übergangsstation vorschlug. Eine den Wünschen Sachsens entsprechende Einigung fand zwar, wenn auch erst nach mehreren Jahren, statt (Staatsvertrag vom 5. Mai 1884), allein die Inangriffnahme des Baues erlitt infolge von (durch die beabsichtigte Verlegung des Bahnhofs in Graslitz hervorgerufenen) Verwicklungen mit der Stadtgemeinde abermals eine bedeutende Verzögerung. Nachdem der Streit durch Erlaß des k. k. Handelsministers vom 25. August 1885 dahin entschieden worden war, daß die alte Station wohl bestehen bleiben sollte, aber an der von der Stadtgemeinde gewünschten Stelle ein neuer Bahnhof anzulegen sei, zu dessen Baukosten die letztere den Betrag von 50 000 fl. beizutragen hätte, konnte noch im Dezember 1885 mit dem Ausbau der Anschlußstrecke an die sächsisch-böhmische Grenze begonnen und dieselbe am 1. Oktober 1886 in Betrieb genommen werden.

Durch Urkunde vom 17. Mai 1882 hatte die B. die Konzession für die Lokalbahn Krupa-Kolleschowitz erhalten, und es wurde der Bau derart gefördert, daß der Betrieb bereits am 15. September 1883 für den Personen- und Güterverkehr eröffnet werden konnte. Es lag ferner in der Absicht der Gesellschaft, diese Lokalbahn demnächst von Kolleschowitz über Woratschen und Jechnitz bis zur Pilsen-Priesener Bahn bei Pladen zu verlängern; allein man glaubte von der Ausführung dieses Projekts absehen zu sollen, nachdem sich ergeben hatte, daß sich die Staatsregierung in der zu erteilenden Konzession das Einlösungsrecht, sowie die Ausübung des Péagerechts auch selbst nur für Teilstrecken der Linie Kolleschowitz-Pladen vorbehalten wollte.

Nachdem, wie bereits hervorgehoben, die ehemalige Pferdebahn Prag-Lana-Pinĕ bis Lana als Lokomotiveisenbahn ausgebaut worden war, hatte die B. am 1. September 1873 den Betrieb auf der Strecke Lana-Tiergarten-Pinĕ eingestellt, wozu ihr durch Erlaß des Handelsministeriums vom 9. März 1874 die nachträgliche Genehmigung erteilt wurde. Durch einen ferneren Erlaß desselben Ministeriums vom 28. Juni 1882 wurde alsdann gegen Erstattung der Hälfte des Werts der Oberbaumaterialien, sowie des Grunds und Bodens die gänzliche Auflassung gestattet.

Der B. wurde mittels Konzessionsurkunde vom 1. Juli 1868 auf zwölf Jahre gänzliche Befreiung von der Einkommensteuer und Entrichtung der Couponstempelgebühr für ihre sämtlichen Linien (vom Eröffnungstage der letzten) mit Ausnahme der Strecken Prag (Bubna)-Hostiwitz, Wejhybka-Duby-Kralup und Duby-Kladno; während weiterer acht Jahre aber Befreiung von der Hälfte dieser Lasten gewährt; für die Lokalbahn Krupa-Kolleschowitz ist auf dreißig Jahre Steuerfreiheit gewährt.

Die Befugnis des Staats zur entgeltlichen Einlösung sämtlicher Linien der Gesellschaft beginnt mit Ende des Jahrs 1896. Als Einlösungspreis gilt der durchschnittliche Reinertrag der der wirklichen Einlösung vorausgegangenen sieben Jahre, abzüglich der beiden ungünstigsten derselben; falls jedoch dieser Betrag zur Verzinsung und Tilgung der Prioritätsobligationen und des Aktienkapitals nicht genügt, so wird der hieran fehlende Betrag als Jahresrente bis zum Ablauf der Konzessionsdauer gezahlt.

Beim Erlöschen der Konzession tritt der Staat ohne Entgelt in das lastenfreie Eigentum und den Genuß der Bahn einschließlich des Grunds und Bodens, sowie des unbeweglichen Zubehörs.

Das Anlagekapital der B. beträgt 64 932 850 fl., und zwar: 9 975 000 fl. Aktien lit. A, 14 300 000 fl. Aktien lit. B, ferner 15 499 950 fl. Prioritätsobligationen, Emission 1868, 3 867 900 fl. (1871), 14 790 000 fl. (1872) und 6 500 000 fl. Prioritätsobligationen (1882).

Der Fahrpark bestand Ende 1888 aus 108 Lokomotiven, 106 Tendern, 203 Personen-, 3996 Güterwagen und 9 Schneepflügen.

Die Einnahmen des Gesamtunternehmens (lit. A und lit. B) betrugen im Jahr 1888 7 065 728 fl., die Ausgaben 2 797 361 fl., Betriebskoefficient 39,59%. Die Einnahmen aus dem Güterverkehr sind fünfmal größer als die Einnahmen aus dem Personenverkehr. Die größten Transportmengen lieferten Steinkohle, Coaks und Braunkohle (Einnahme hieraus 1 444 339 fl.). Außer Kohle sind die vorzüglichsten Transportartikel: Eisen und Stahl, Getreide, Mühlenfabrikate, Rüben und Steine aller Art.

Oberleitung, sowie die Vertretung dieser Bahn nach innen und außen ist dem Verwaltungsrat der ausschl. priv. B. in Prag anvertraut; beständige Mitglieder desselben sind der Bevollmächtigte für die dem Kaiser Ferdinand gehörige Buschtĕhrader Steinkohlengewerkschaft, dann Max Egon Fürst zu Fürstenberg, bezw. dessen jeweiliger Nachfolger im Besitz der fürstlichen Fideikommißherrschaften in Böhmen, sofern derselbe wenigstens 100 Aktien behält. Die Ausführung der Beschlüsse des Verwaltungsrats und die Führung der Geschäfte im besonderen liegt der Generaldirektion in Prag ob.

Die B. gehört dem V. D. E.-V. an.

Rübenach.

Busse, Friedrich, geboren am 3. März 1794 in Hattorf im Harz, gestorben am 29. April 1869 zu Dresden, wurde, nachdem er in Braunschweig kaufmännische Geschäfte betrieben, im Herbst 1837 in den Dienst der Leipzig-Dresdener Bahn aufgenommen und entwickelte hier eine so außerordentlich verdienstliche Thätigkeit, daß er schon anfangs 1838 als Bevollmächtigter, d. i. oberster Betriebsbeamter der Leipzig-Dresdener Privatbahn (s. Sächsische Eisenbahnen) berufen wurde. Es galt in erster Linie, das Unternehmen so betriebsfähig zu machen, daß auch seine Einträglichkeit gesichert wurde. B. organisierte zu diesem Behufe den Betrieb in einer den Verhältnissen vollständig angepaßten Weise und richtete namentlich den Personen-, Gepäck- und Güterexpeditionsdienst nach seinen eigenen Ideen

in vorzüglicher Weise ein. Seine Einrichtungen, deren Wesen er in seiner Schrift „Expeditionssystem für den Personen-, Gepäck- und Frachtentransport auf der Leipzig-Dresdener Eisenbahn" niedergelegt hat, fanden fast überall in Deutschland Nachahmung und wurden zur Grundlage des gesamten Expeditionswesens der deutschen Eisenbahnen. Er schied mit Ablauf des Jahrs 1861 aus dem Eisenbahndienst. Näheres s. „Allgemeine deutsche Eisenbahnzeitung", 1888, Nr. 1: „Friedrich Busse, der Vater des deutschen Eisenbahnbetriebs".

Butler's Kohlenüberladevorrichtung, s. Kohlenladevorrichtungen.

Buttertransporte genießen, hauptsächlich insoweit der Versand frischer, ungesalzener Butter in Frage kommt, bei vielen Bahnen gewisse Vergünstigungen, die teils in Gewährung ermäßigter Frachtsätze, teils in thunlichst schneller, der leicht verderblichen Natur dieser Ware entsprechender Beförderung bestehen. Meistens wird frische Butter (Tafelbutter, Gebirgsbutter), da deren Absatz auf große Entfernungen nur bei möglichst kurzer Transportdauer durchführbar ist, gegen Bezahlung der gewöhnlichen Frachtguttaxe eilgutmäßig und in der Regel mit Personenzügen befördert.

Bei manchen Bahnen sind auch eigene Butterwagen mit Kühlvorrichtung eingestellt, und wird das während des Transports erforderliche Eis von der Bahnverwaltung entweder umsonst oder gegen eine entsprechend normierte Gebühr seitens der Interessenten geliefert (s. Lebensmitteltransporte).

Buttertransportwagen, gedeckte Güterwagen, welche zur Versendung von Butter auf größere Entfernungen während der wärmeren Jahreszeit dienen. Die Kasten der B. sind ähnlich jenen der Biertransportwagen (s. d.) mit mehrfach verschalten Umfassungswänden und gut schließenden Flügelthüren ausgeführt.

Zuweilen sind die Wagen mit Eiskühlvorrichtungen versehen; gewöhnlich erhalten jedoch die B. nur Lüftungseinrichtungen behufs kräftigen Luftwechsels im Wagen. Die Luftfänger, welche mit einem Drahtnetz zur Abhaltung des Staubs der durchgehenden Luft versehen sind, werden am Fußboden oder an dem unteren Teil der Stirnwände und ebenso in entsprechender Verteilung mehrere Luftsauger an der Wagendecke angebracht. Diese Ventilationseinrichtung wird in Deutschland und Frankreich der Eiskühlvorrichtung vorgezogen. In Österreich werden auch Kühlwagen mit Eisreservoirs zum Buttertransport verwendet.

Die Butter wird entweder in hölzernen Kisten, Bottichen oder in Weidenkörben u. dgl. verpackt.

Das Gewicht der Butter einschließlich der Verpackung kann für 1 m³ mit 750—800 kg angenommen werden. (Das specifische Gewicht der Butter beträgt im Mittel 0,94).

Nach den Wagenstandsverzeichnissen der Verwaltungen des V. D. E.-V. im Jahr 1889 waren im Vereinsgebiet 45 B. vorhanden, von welchen die Mehrzahl (34 Stück) Eigentum der kgl. Eisenbahndirektion zu Bromberg ist.

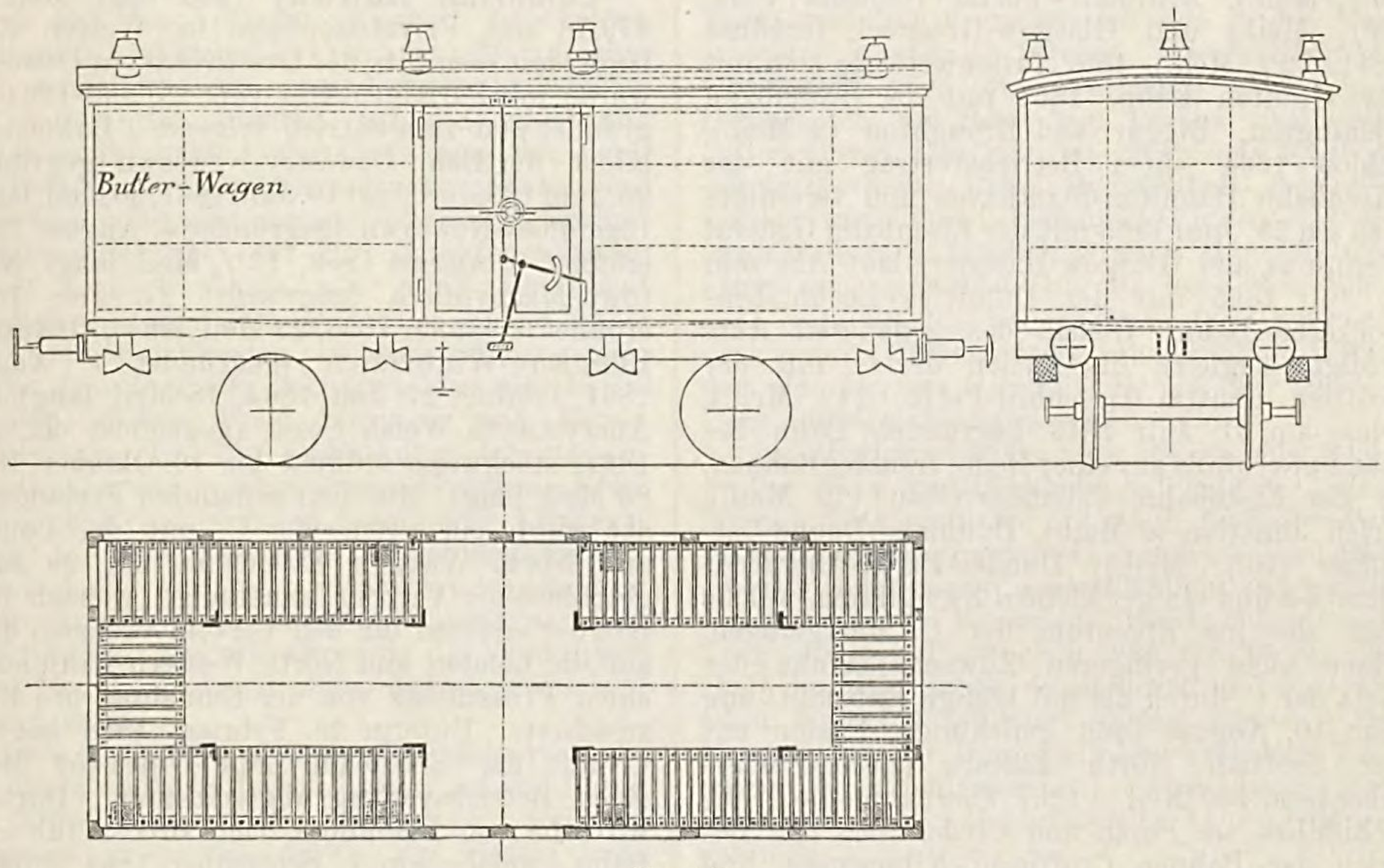


Fig. 449.

Ein B. dieser Verwaltung ist in Fig. 449 dargestellt. Dieser Wagen hat eine lichte Länge von 7 m, eine lichte Breite von 2,470 m und eine lichte Höhe von 1,990 m. Das Eigengewicht desselben beträgt 10 200 kg, die Tragfähigkeit 10 000 kg. Die Zwischenräume in den Wänden, im Fußboden und im Dach sind vollständig mit Strohmatten ausgefüllt. Der innere Fußbodenbelag ist gegen die Mitte zu geneigt und mit verzinktem Eisenblech verkleidet. Die Buttergefäße werden auf die im Wagen angebrachten Stellagen gestellt. Die Stellagen bestehen aus Gerüsten, welche mit dem Wagenkasten fest verbunden sind, und aus je drei übereinanderliegenden Lattenböden. Die Gerüste sind aus Façoneisen, die Lattenböden aus Eschenholz mit Rahmen aus Winkeleisen, einschiebbar hergestellt, um die Lattenböden leicht entfernen und reinigen zu können.

Die Kosten eines derartigen Wagens betragen etwa 6000 Mk. Schützenhofer.

C

(Artikel, die unter C vermißt werden, sind unter K oder Z zu suchen.)

Caledonian Railway (784¹/₄ engl. Meil. = 1262,1 km), die größte Eisenbahn Schottlands mit dem Sitz in Glasgow, betreibt teils eigene Linien, teils solche fremder Bahnen. 1845 für die Strecke von Carlisle nach Edinburgh und Garriongill nebst Abzweigung von Gartsherrie nach Castlecary, welche die Verbindung mit der Scottish Central herstellen sollte, konzessioniert, baute die C. diese Linien bis gegen Glasgow (122 Meil.), vereinigte sich 1846 mit der Eisenbahn von Glasgow nach Hamilton (Clydesdale Junction), 1849 mit der Wishaw and Coltness Eisenbahn (10¹/₂ Meil.) und pachtete in den folgenden Jahren die Linien der Eisenbahnen Glasgow-Garnkirk (eröffnet 1831, 8¹/₂ Meil.), Dundee-Newtyle (eröffnet 1831, 10¹/₄ Meil.), Arbroath-Forfar (eröffnet 1839, 15¹/₄ Meil.) und Glasgow-Greenock (eröffnet 1841, 22¹/₂ Meil.). 1857 fusionierte sie sich mit der Granton-Bahn, 1861 mit der Eisenbahn Symington, Biggar and Broughton (8 Meil.), schloß 1864 einen Betriebsvertrag mit der Eisenbahn Hamilton-Strathaven und vereinigte sich am 29. Juni 1865 mit der Eisenbahn General Terminus and Glasgow Harbour, laut Akt vom 5. Juli 1865 mit der Dumfries-Lochmaben-Lockerbie-Bahn. Gemäß des genannten Akts erfolgte zugleich die Fusion der C. mit der Scottish Central (Greenhill-Perth, 112 Meil.). Diese am 31. Juli 1845 begründete Bahn bestand gleichfalls aus einer Reihe fremder Bahnen, so der Eisenbahn Callander-Oban (72 Meil.), Crieff Junction (9 Meil.), Dunblane-Doune-Callander (10¹/₂ Meil.), Dundee-Perth-Aberdeen-Junction und einiger kleinen Zweiglinien, welche nun alle ins Eigentum der C. übergiengen. Einen nicht geringeren Zuwachs erfuhr das Netz der C. durch die mit königl. Entschließung vom 10. August 1866 genehmigte Fusion mit der Scottish North Eastern (Perth-Forfar-Aberdeen, 130 Meil.). 1867 übernahm die C. die Schiffahrt am Forth und Clyde, 1869 den Betrieb der Bahnen Crofthead-Kilmarnock und Glasgow-Kilmarnock, 1874 den Betrieb der Eisenbahn Meigle-Alyth. 1876—1887 baute und kaufte sie einzelne kurze, nicht nennenswerte Strecken, zumeist Zweigbahnen, während 1888 21 Meil. neue Bahnen eröffnet wurden.

Das Anlagekapital der C. betrug im Jahr 1845: 2 800 000 Pfd. Sterl., zehn Jahre später 8 088 000 Pfd. Sterl., 1865 nach der Fusion mit der Scottish Central 15 223 700, 1866 nach der Fusion mit der Scottish North Eastern 21 200 000 Pfd. Sterl., 1876: 25 252 000 Pfd. Sterl., und im Jahr 1889: 41 670 000 Pfd. Sterl.

Die Anzahl der Stationen betrug 1889 383, das Gesamtpersonal mit Ausschluß der Nebenlinien 14 830 Personen, darunter 33 Oberbeamte.

Der Fahrpark war nach dem Stand vom 31. Dezember 1888 zusammengesetzt aus 690 Lokomotiven, 1675 Personenwagen und 44 604 Güterwagen.

Die Einnahmen betrugen im Jahr 1888 3 072 660 Pfd. Sterl.; die Ausgaben 1 435 620 Pfd. Sterl., was einem Betriebskoefficienten von 47% entspricht. Dr. Ziffer.

Calo, Abgang an Maß oder Gewicht, Gewichtsmangel, s. Gewichtsabgang.

Calottenlager von Greave, eine schon Mitte der Vierziger Jahre in England aufgekommene Schienenunterlage aus Gußeisen, welche in der Folge besonders in tropischen Ländern Verwendung fand. Sie hat die Form eines umgekehrten kreisförmigen Beckens und trägt oben einen angegossenen Stuhl, in welchem die Doppelkopfschiene mittels Holzkeil befestigt wird. Ihr Hohlraum wird von dem Bettungsmaterial erfüllt. Je zwei im Gleis einander gegenüberliegende Unterlagen dieser Art sind durch eine schmiedeiserne Stange miteinander verbunden. S. die Artikel eiserner Oberbau und Schienenunterlagen. Loewe.

Cambrian Railway (236 engl. Meil. = 379,96 km), Privateisenbahn im Westen Englands, mit dem Sitz der Gesellschaft in Oswestry wurde mit Parlamentsakt vom 25. Juli 1864 begründet und zum Betrieb folgender Bahnen gebildet: der Bahn Oswestry-Newtown (gegründet 26. Juni 1855, eröffnet 10. Juni 1861, 30 Meil. lang), Llanidloes-Newtown (gegründet 4. August 1853, eröffnet 9. August 1859, 12¹/₄ Meil. lang), Newtown-Machynlleth (gegründet 27. Juli 1857, eröffnet 3. Jänner 1863, 23 Meil. lang), Oswestry-Ellesmere-Whitchurch (gegründet 1. August 1861, eröffnet 27. Juli 1864, 18 Meil. lang) und Aberystwyth-Welsh Coast (gegründet 22. Juli 1861, stückweise eröffnet bis 10. Oktober 1867, 86 Meil. lang). Mit dem genannten Parlamentsakt wurde ein seitens der C. mit der London and North Western Eisenbahn auf 99 Jahre geschlossener Vertrag genehmigt, wonach letztere der ersteren für den Verkehr, welchen diese auf die London and North Western Bahn leitet, einen Prozentsatz von der Einnahme pro Meile zusicherte. Unterm 29. Februar 1888 hat die C. mit der Eisenbahn Mid Wales (52 Meil.) einen Betriebsvertrag abgeschlossen. Darnach wird die von Llanidloes nach Brecon führende Bahn, welche am 1. September 1864 eröffnet wurde, mit 1. Jänner 1888 von der C. betrieben. Auch bezüglich der Übernahme des Betriebs der Eisenbahn Oswestry-Llangynog (14¹/₂ Meil.), die 1890 vollendet werden soll, haben entsprechende Verhandlungen stattgefunden. Die Gesellschaft hat mit Ausnahme einiger kurzer Zweiglinien keine nennenswerten Linien selbst gebaut. Die Gesamtlänge der ihr gehörigen Linien beträgt 181 Meil. (hiervon 170 Meil. mit Stahlschienen belegt), 55 Meil. Eisenbahn sind nur in Betrieb genommen. Außerdem unterhält die C. den Dampfschiffverkehr zwischen Aberdovey und Waterford an der jenseitigen Küste Irlands (140 Meil.).

Das Anlagekapital beträgt 4 900 757 Pfd. Sterl., das Baukapital 4 642 975 Pfd. Sterl.; Ende 1888 zählte die C. 78 Stationen und 1400 Bedienstete (mit Ausschluß der Arbeiter); der Fahrpark bestand aus 57 Lokomotiven, 198 Wagen für die Personenbeförderung und 1843 Wagen für den Gütertransport. Die Einnahmen betrugen im Jahr 1888: 217 306, die Ausgaben 123 293 Pfd. Stl., was einem Betriebskoefficienten von 57% entspricht. Dr. Ziffer.

Camden-Amboy-Eisenbahn. Die Eisenbahn zwischen den im Staat New-Jersey gelegenen Städten Camden (gegenüber Philadelphia) und Amboy (südlich von New-York) hat ihre Konzession vom Staat New-Jersey am 4. Februar 1830 erhalten, ist im Frühjahr 1834 in Betrieb genommen und somit eine der ältesten Bahnen in den Vereinigten Staaten von Amerika.

Die Gesellschaft, welcher die Bahn gehört, hatte sich am 15. Februar 1831 mit der Delaware- und Raritan-Kanalgesellschaft verschmolzen. Durch ein Staatsgesetz vom 2. Februar 1832 wurde ihr auf die Dauer von zunächst zwanzig Jahren ein ausschließliches Privilegium zum Betrieb einer Eisenbahn zwischen den Städten New-York und Philadelphia innerhalb des Staats New-Jersey erteilt. Durch Gesetz vom 16. März 1854 wurde dieses Privilegium bis zum 1. Januar 1869 verlängert.

Die Gesellschaft hat das ihr durch diese — mittels Bestechung und anderer unerlaubter Mittel erworbenen — Privilegien gewährte Monopol für den Verkehr zwischen den beiden Welthandelsplätzen New-York und Philadelphia und damit zwischen dem Norden und Süden der Vereinigten Staaten auf die schnödeste Weise mißbraucht, Jahrzehnte lang das Land geschädigt, die Bevölkerung ausgebeutet und ist lediglich bemüht gewesen, für die Aktionäre, hauptsächlich aber für ihre Direktoren möglichst hohe Gewinste mit allen überhaupt möglichen Mitteln herauszuziehen. An der Spitze der Verwaltung standen fast während der ganzen Dauer des Monopols zwei geriebene Geschäftsmänner, Robert Field Stockton und Edwin A. Stevens. Um die Aufdeckung der gemeinschädlichen und gesetzwidrigen Handlungen der Gesellschaft hat sich ein besonderes Verdienst Henry C. Carey erworben. Die Camden-Amboy-Gesellschaft wird als bezeichnendes Beispiel dafür angeführt, zu welchen Mißbräuchen und Schädigungen des Gemeinwohls die Verwaltung eines Monopols durch eine Aktiengesellschaft führen kann.

Kurz nach Ablauf ihres Monopols verpachtete die Gesellschaft ihre Linien auf die Dauer von 999 Jahren an die Pennsylvania Railroad Company, wozu sie durch ein Gesetz vom 17. März 1870 ermächtigt wurde. Unter der Verwaltung dieser Gesellschaft, in deren Netz die Strecke Camden-Amboy als ein wichtiger und untrennbarer Bestandteil eingefügt ist, wurde die Bahn unter Aufwand bedeutender Kosten allmählich verbessert. Der Bau neuer Bahnen, insbesondere der Überlandbahnen, die veränderte Richtung, welche inzwischen Handel und Verkehr genommen, haben zusammen mit anderen Umständen dazu geführt, daß die gemeinschädlichen Wirkungen dieses Monopols heute beseitigt sind. Vgl. North American Review, 1867, S. 428 ff.; v. d. Leyen im Archiv für Eisenbahnwesen 1880, S. 1 ff.; v. d. Leyen, Die nordamerikanischen Eisenbahnen in ihren wirtschaftlichen und politischen Beziehungen, Leipzig 1885, S. 31—60.

v. d. Leyen.

Canada, Dominion of, s. Amerika (Britisch-Nordamerika).

Canadian-Pacific-Eisenbahn, kanadische Überlandbahn, ist die nördlichste der das nordamerikanische Festland durchschneidenden und eine Verbindung zwischen dem atlantischen und dem stillen Ocean herstellenden Überlandbahnen. Die Bahn liegt ausschließlich auf englischem Kolonialgebiete in dem Dominion of Canada. Ihr östlichster Ausgangspunkt ist Montreal, von wo sie sich entlang dem nördlichen Ufer des Oberen Sees nach Winnipeg (Provinz Manitoba) erstreckt, um dann weiter die Felsengebirge, deren höchste Station 1950 m über dem Meer liegt, zu überschreiten und in Vancouver und Port Moody, gegenüber Vancouver Island, den stillen Ocean zu erreichen. Die Bahn wurde, nachdem frühere Versuche, sie zu stande zu bringen, gescheitert waren, im Februar 1881 von der canadischen Regierung einer Aktiengesellschaft unter dem Vorsitz von George Stephen konzessioniert, am 5. November 1885 war sie soweit vollendet, daß der erste Zug von Montreal nach Port Moody durchfahren konnte, im Juni 1886 wurde sie dem öffentlichen Verkehr übergeben. Die Entfernung von Montreal nach Port Moody beträgt auf der Bahn 4643 km und ist also um 6—700 km kürzer, als die von New-York, nach San Francisco auf den in den Vereinigten Staaten belegenen Überlandbahnen. Gleichwohl wird die Erfahrung erst zeigen müssen, ob die Reise von Europa nach dem stillen Ocean über das amerikanische Festland durch die neue Bahn thatsächlich abgekürzt werden wird. Die Schiffsverbindungen von den europäischen Hafenplätzen nach Montreal sind nicht so ausgebildet, als die nach New-York, auch wird die Beschaffenheit und die Lage der canadischen Überlandbahn schwerlich gestatten, daß eine kürzere Fahrzeit als bei den anderen Überlandbahnen angenommen wird.

Im Mutterlande Canadas wurde mit Recht großer Wert darauf gelegt, daß mit der canadischen Überlandbahn das noch fehlende Zwischenglied einer großen Verkehrsstraße geschaffen ist, auf welcher auf ausschließlich englischem Gebiet Güter, Personen, insbesondere auch Truppen und Postsachen von Großbritannien nach den asiatischen, japanischen und australischen Kolonien befördert werden können. Die Herstellung von Dampferlinien zwischen Vancouver und chinesischen, sowie japanischen Hafenplätzen ist daher bereits in Angriff genommen.

Das Gesamtnetz der Bahn mit allen Zweiglinien hatte 1889 einen Umfang von 8170 km. Die Bahn ist die einzige der nordamerikanischen Überlandbahnen, welche sich in den Händen einer Gesellschaft befindet und somit einheitlich verwaltet und betrieben werden kann.

Bei dem Bau der Bahn waren große technische Schwierigkeiten zu überwinden, insbesondere ist auf weiten Strecken das Klima ein derartiges, daß lange gezweifelt wurde, ob eine betriebssichere Herstellung der Bahn überhaupt möglich sein werde und noch jetzt Zweifel darüber bestehen, ob sich im Winter ein regelmäßiger Betrieb wird aufrecht erhalten lassen, Zweifel, welche von anderer Seite nicht geteilt werden und sich in den ersten Wintern jedenfalls nicht als begründet erwiesen haben.

Der Bahn sind regierungsseitig sehr bedeutende Unterstützungen gewährt worden, so großartige, wie vielleicht keiner zweiten Verkehrsanstalt auf der Welt. Sie erhielt zweimal Regierungsdarlehen, zuerst ein solches von 25 Mill. Dollars, und im Jahr 1884, als Mittel zum Weiterbau nicht vorhanden waren, aufs

neue 29 880 912 Doll. 713 Meilen der Bahn hat die Regierung auf ihre Kosten für 35 Mill. Dollars gebaut und der Gesellschaft geschenkt. Außer dem Grund und Boden für die Bahn nebst sämtlichen baulichen Anlagen erhielt die Gesellschaft eine Landschenkung von 25 Mill. Ackern. Die Regierung hat für 65 Mill. Doll. des auf 100 Mill. festgestellten Aktienkapitals eine Zinsbürgschaft in der Höhe von 3% jährlich bis zum 17. August 1893 gewährt. Die Bahn genoß zollfreie Einfuhr für Schienen und Baumaterialien, hat für ewige Zeiten volle Abgabenfreiheit und für 20 Jahre ein ausschließliches Privilegium.

Litteratur: Nimmo, Report on the internal commerce of the United States. December 31, 1884, Washington 1885, insbesondere S. 96 ff.; v. d. Leyen, die nordamerikanischen Überlandbahnen in Glasers Annalen, XVIII, 1886, Nr. 212, S. 149 ff.; Über die wirtschaftliche und politische Bedeutung der Bahn, Münchener Allgem. Zeitung, 1886, Nr. 231, 232; L'Économiste français vom 7. und 21. Dezember 1889; Pieck, Archiv 1890, S. 211 ff. v. d. Leyen.

Cantileverträger, Bezeichnung für kontinuierliche Gelenkträger oder Träger mit freiliegenden Stützpunkten, Gerberträger.

Carcel-Lampe. Die Intensität einer solchen Lampe von bestimmten Abmessungen und einem bestimmten Ölverbrauch gilt in Frankreich als Einheit zur Messung der Intensität von Lichtquellen, s. Beleuchtung.

Carl Ludwig-Bahn, s. Galizische Carl Ludwig-Bahn.

Carlowitz, Hans Georg von, köngl. sächsischer Staatsminister, geboren am 11. Dezember 1772 zu Großhartmannsdorf, gestorben am 18. März 1840 in Dresden, förderte als Minister des Innern, welche Stellung er nach längerer interimistischer Verwaltung 1834 definitiv übertragen erhielt, das im Jahr 1833 aufgetauchte, auch in den Kreisen der sächsischen Staatsregierung zuerst mit großem Mißtrauen aufgenommene Projekt der ersten größeren Lokomotivbahn Deutschlands von Leipzig nach Dresden (vergl. Sächsische Eisenbahnen), nachdem er die außerordentliche Bedeutung und Gemeinnützigkeit dieses Unternehmens sofort mit großem Scharfblick erkannte, in der thatkräftigsten und ersprießlichsten Weise. Vergl. hierüber: Die Leipzig-Dresdener Eisenbahn in den ersten fünfundzwanzig Jahren ihres Bestehens, Denkschrift zur Feier des 8. April 1864, herausgegeben auf Veranlassung des Direktoriums, Leipzig 1864, S. 6 u. 7.

v. Seydewitz.

Car Trusts sind Gesellschaften, die in den Vereinigten Staaten von Amerika sich zu dem Zweck bilden, um neu gegründeten, finanziell nicht genügend fundierten Bahnunternehmen das Betriebsmaterial (Wagenpark u. dgl.) auf leichtere Weise zu beschaffen, indem sie dieses den Eisenbahnen für eine gewisse Summe gegen sofortige Barzahlung von 10% und weiteren monatlichen Raten liefern, die sich gewöhnlich auf fünf Jahre erstrecken. Die monatlichen Raten werden in der Regel in der Form von Schuldscheinen geleistet, die wegen ihrer ziemlich hohen Verzinsung (6—7%) eine beliebte Kapitalsanlage bilden. Das Betriebsmaterial bleibt solange Eigentum der C., bis die letzte Ratenzahlung erfolgt ist, und wird seitens der Bahnen für die Dauer des Vertrags auf ihre Kosten in gutem Zustand erhalten und gegen Unfälle versichert, wofür an Zinsen und Kommission $8^1/_4$% berechnet werden. Als Vermittler zwischen den C. und den Eisenbahnen fungieren zumeist einzelne Bankiers, welche die Ratenzahlungen der letzteren garantieren und zugleich zu den Bahnen in dasselbe Rechtsverhältnis treten wie die C. Die Verpflichtungen gegen die C. geht allen übrigen Verpflichtungen vor und müssen diese selbst dann erfüllt werden, wenn die Bahngesellschaft bankerott oder wenn deren Verwaltung vom Staat übernommen wird.

Dr. Ziffer.

Časlau - Zawratetzer Eisenbahn, siehe Österreichische Lokaleisenbahngesellschaft.

Cavour, Camillo Benso, Graf von, geb. 10. August 1810 zu Turin, stammt aus einer altaristokratischen Familie Piemonts, studierte an der Militärakademie seiner Vaterstadt besonders die mathematischen Wissenschaften, wurde 1826 zum Genieoffizier befördert, nahm aber schon fünf Jahre später, seiner freisinnigen politischen Anschauung wegen, den Abschied und widmete sich der Bewirtschaftung seiner Familiengüter. Er bereiste wiederholt Frankreich und England behufs Studium der landwirtschaftlichen, politischen und industriellen Verhältnisse dieser Staaten. 1842 gründete C. die „Associazione agraria“, einen Verein, welcher sich um die Hebung der Landwirtschaft in Piemont sehr verdient machte, und 1846 die Zeitschrift „Il Risorgimento“, in der er seine volkswirtschaftlichen und politischen Anschauungen zum Ausdruck brachte. An der politischen Bewegung des Jahrs 1848 nahm er lebhaften Anteil; er wurde ins Parlament gewählt, errang sich hier sehr bald eine hervorragende Stelle und erhielt nach des Grafen Santa Rosas Tod das Portefeuille des Ackerbaues, Handels, der Industrie und Marine, zu welchem 1851 auch jenes der Finanzen und 1852 jenes der äußeren Angelegenheiten kam. C. verblieb vom Jahr 1850 an mit kurzer Unterbrechung an der Spitze der Regierung, deren Seele er war. Besonderes Augenmerk wandte er dem Eisenbahnwesen Piemonts zu, indem er ein in strategischer und kommerzieller Beziehung gleich vollkommenes Netz von Schienenwegen schuf. Zum Teil baute und betrieb der Staat die Eisenbahnen selbst, zum Teil wurden von verschiedenen Privatgesellschaften die Linien hergestellt; es gilt dies Letztere namentlich von den für den Handel wichtigen Eisenbahnen, für deren Bau C. das Privatkapital zu gewinnen wußte, indem er eine entsprechende Verzinsung desselben garantierte. Doch wahrte er unter allen Umständen dem Staat bedeutenden Einfluß und sicherte ihm durch Aktienankauf und den Vorbehalt des Rückkaufs nach verhältnismäßig kurzer Betriebszeit die Möglichkeit der seinerzeitigen leichten Erwerbung aller Linien. Wiederholt regte C. den Bau einer Eisenbahn über den Mont-Cenis an; als im Jahr 1853 die Viktor Emanuel-Eisenbahngesellschaft konzessioniert wurde, machte er es ihr zur Pflicht, denselben zu unterstützen und zu fördern. Im April 1859 besaß Piemont, dessen erste Eisenbahnlinie, die 8 km lange Teilstrecke Turin-Moncalieri der Eisenbahn Turin-Genua, erst 1848 eröffnet worden war, bereits 850 km Eisenbahnen, wo-

von 276 km dem Staat, 170 km der Viktor Emanuel-Eisenbahngesellschaft und 404 km 12 verschiedenen Gesellschaften gehörten. Der Aufschwung Genuas und des gesamten Handels in Piemont bewies die treffliche Anlage des Eisenbahnnetzes vom kommerziellen Standpunkt aus; die strategische Bedeutung desselben zeigte sich im Krieg gegen Österreich (1859), in welchem es möglich war, die Truppen von Frankreich her und aus den verschiedenen Festungen rasch an die lombardische Grenze zu befördern. In der infolge des Kriegs vom Jahr 1859 an Italien abgetretenen Provinz Mailand hatte die österr. Regierung der Gesellschaft der lombardisch-venezianischen, centralitalienischen und südösterreichischen Eisenbahnen die Konzession zum Bau und Betrieb zahlreicher Linien erteilt; dieselbe wurde bestätigt, der Gesellschaft sogar eine Zinsengarantie von $6^1/_2$% für die lombardischen Bahnen gewährt und ein Reinerträgnis von $6^1/_2$ Mill. Lire für das Netz in Mittelitalien zugesichert, doch verlangte C. die Trennung der Verwaltung für das italienische und das österreichische Netz, die Abhaltung der Generalversammlungen in Paris und das Recht des Rückkaufs dreißig Jahre nach Vollendung des konzessionierten Netzes. Die ungeheure Arbeitslast, welche sich C. aufgebürdet hatte, erschöpfte seine Kräfte; er starb nach kurzem Krankenlager am 6. Juni 1861, kaum 51 Jahre alt. Am 8. November 1873 wurde ihm zu Turin ein von Dupré hergestelltes Denkmal gesetzt. Von den Schriften über C. seien erwähnt: Massari, Il conte di Cavour, Ricordi biographici, Turin 1873, deutsch von Bezold, Leipzig 1874 und Rüffer, Jena 1874; Sassi, Il conte Camillo Benso di Cavour, Turin 1873; Speyer, Camillo Graf von Cavour, im Neuen Plutarch, Bd. 2, Leipzig 1875. Birk.

Ceinture de Charleroi et de Luttre à Châtelineau, gegenwärtig ein Teil der belgischen Staatsbahnen (s. d.), wurde der Gesellschaft Chemins de fer des Bassins Houillers du Hainaut konzessioniert. Die Gesellschaft konstituierte sich 1869 unter der Firma Société anonyme du chemin de fer de ceinture de Charleroi et de Luttre à Châtelineau und erhielt unterm 1. März 1869 die staatliche Genehmigung. Ein Teil der Bahn, 10,1 km, wurde am 31. Dezember 1869 für den Güterverkehr eröffnet. Der andere Teil wurde erst gebaut, nachdem die Bahn gemäß des Vertrags vom 25. April 1870 mit 1. Januar 1871 an die belgische Staatsverwaltung übergegangen war. Hubert.

Ceinture de Paris, Chemins de fer de Ceinture de Paris, Pariser Gürtelbahnen mit dem Sitz in Paris, werden von einem Syndikat der französischen Nord-, Ost-, West-, Orléans- und Paris-Lyon-Mittelmeerbahn verwaltet (*Syndicat des chemins de fer de Ceinture*), welches zur Überwachung der den Betrieb leitenden Direktion in Paris ein *comité d'exploitation* bestellt. Eine der Gürtelbahnen — Petite Ceinture de Paris (Rive droite et Rive gauche) — schließt die Stadt Paris der Enceinte folgend im Kreis ein. Die andere Grande Ceinture de Paris lauft längs der außerhalb der Stadt gelegenen Befestigungswerke.

I. Petite Ceinture (Rive droite und Rive gauche).

Die Ceinture de Paris (Rive droite) 20 km, mit Dekret vom 10. Dezember 1851 einem Syndikat der französischen Nord-, Ost-, West-, Orléans- und der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn konzessioniert, besteht aus der Strecke Les Batignolles-Bercy (15 km), verschiedenen Verbindungsgleisen (2 km) und der Abzweigung nach dem Viehmarkt de la Villette (3 km), welche der Stadt Paris eigentümlich ist. Die Bahn gelangte in den Jahren 1852—1854 zur Eröffnung. Im Jahr 1887 betrugen die Einnahmen 5 047 068 Frs., die Ausgaben 3 506 685 Frs., was einem Betriebskoefficienten von 69,5 % entspricht.

Die Ceinture de Paris (Rive gauche), 12 km, steht im Eigentum der französischen Westbahn und wurde anfangs 1867 eröffnet. Sie führt von Auteuil nach Bercy und zweigt von Les Batignolles nach Courcelles ab. 1887 betrugen die Einnahmen 1 083 419 Frs., die Ausgaben 2 055 480 Frs. Das Jahr schloß daher mit einem bedeutenden Deficit; der Betriebskoefficient stellte sich auf 189,7%.

An Betriebsmitteln besaß die Petite Ceinture 20 Lokomotiven, 120 Personenwagen (I. und II. Klasse), sowie 52 andere Wagen.

II. Grande Ceinture.

Diese Bahn wurde durch Gesetz vom 4. August 1875 der französischen Nord-, Ost-, Orléans- und Paris-Lyon-Mittelmeerbahn konzessioniert. Die Westbahn beteiligt sich nur an dem gemeinsamen Betrieb. Die Grande Ceinture besteht aus der eigentlichen zweigleisigen Gürtelbahn (120,7 km), aus einer 2,5 km langen Verbindung der Nordbahn mit der Ostbahn zwischen den Bahnhöfen St. Denis und Pantin, und der vom Staat gebauten 17,5 km langen Abkürzungslinie von Villeneuve-St. Georges nach Massy. Von der Gesamtlänge der eigentlichen Gürtelbahn sind 89 km neu gebaut, während auf einer Länge von 31,7 km bestehende Bahnen benutzt werden, und zwar von Paris bis Nogent der Bahnkörper der Ostbahnlinie, von Champigny bis Sucy-Bonneuil die Ostbahnlinie von Brie-St. Bobert, desgleichen von Villeneuve - St. Georges nach Juvisy die Linie Paris-Montargis der Paris-Lyon - Mittelmeerbahn, von Juvisy bis Savigny die Orléanslinie Tours - Paris. Außerdem werden noch 10 km, welche der franz. Westbahn gehören, mitbenutzt. Die Hauptlinie führt von Versailles (Matelots) nach Versailles (Chantiers), eine zweite Linie von Palaiseau nach Villeneuve-St. Georges (18 km), eine Ergänzungsstrecke von Epinay nach Noisy-le-Sec (3 km). Die Hauptlinie wurde stückweise eröffnet, und zwar am 16. Juli 1877 die Strecken Nogent-sur-Marne-Champigny, Champigny - Sucy-en-Brie und Sucy-en-Brie-Villeneuve-St. Georges; am 1. Februar 1882 die Linie Achères-Noisy-le-Seć, am 4. September desselben Jahrs Achères-Versailles. Das Schlußstück der Hauptlinie Juvisy-Versailles gelangte am 1. Mai 1883 zur Eröffnung. Die Ergänzungslinie De la Plaine-de-St. Denis-Pantin wurde im Jahr 1880, die Nebenlinie Palaiseau-Villeneuve-St. Georges am 18. Oktober 1886 dem Verkehr übergeben.

Die Grande Ceinture hat keine eigenen Betriebsmittel.

Die Baukosten der Grande Ceinture wurden durch Herausgabe von 165 463 Stück, von den vereinigten Eisenbahnen verbürgten Obligationen im Gesamtbetrag von 59 573 000 Frs. beschafft.

Die Einnahmen betrugen 1887: 4 041 702 Frs.,

die Ausgaben 4 609 305 Frs., es ergab sich sonach ein Deficit; Betriebskoefficient 114%.

Wegen Regelung des Verkehrs auf der Grande Ceinture und Petite Ceinture schlossen die französische Nord-, Ost-, Orléans- und Mittelmeerbahn mit der französischen Westbahn einen Vertrag, welcher durch ein Dekret vom 11. November 1881 die staatliche Genehmigung erhielt. Nach diesem Vertrag soll der große Warenverkehr auf die Grande Ceinture gelenkt werden und die Petite Ceinture nur den lokalen Verkehr und Personenverkehr, d. h. von Bahnhof zu Bahnhof vermitteln. Dieses Übereinkommen regelt auch das Verhältnis, nach welchem die Syndikatsmitglieder an den Betriebseinnahmen und Ausgaben der einzelnen Strecken teilnehmen.

Cement (*Cement, hydraulic cement; Ciment,* m., *hydraulique*), im weitesten Sinn natürlich vorkommende oder künstlich hergestellte Materialien, welche für sich oder in Verbindung mit fettem Kalk zur Bereitung von hydraulischem oder Wassermörtel geeignet sind.

Die C. lassen sich nach der Art der Erzeugung einteilen in Romancemente und Portlandcemente; zu den C. zählen auch die hydraulischen Zuschläge (Puzzolane, Santorinerde, Traß u. s. w.).

A. Romancement (Cementkalk, hydraulischer C.), ein Erzeugnis, welches aus thonreichen Kalkmergeln durch Brennen unterhalb der Sintergrenze gewonnen wird und bei Benetzung mit Wasser sich nicht löscht, daher erst durch mechanische Zerkleinerung in Mehlform gebracht werden muß. Auch Dolomite und dolomitische Mergel liefern vermöge der hydraulischen Eigenschaften der Magnesia bei entsprechender Behandlung einen guten C. Zu den zahlreichen, in vielen Formationen vorkommenden thonhaltigen Kalksteinen gehört auch der Sheppeystein in England, welcher, gebrannt und gemahlen, den ursprünglichen Romancement darstellt.

Die Romancemente sind rundlich-körnige, in der Regel gelbe, braune oder rötliche Pulver von mäßiger Dichte. Brennen bis zur teilweisen Sinterung läßt in den Probekörpern unschädliche Einlagerungen dunklerer Streifen (blaugrau bis grünlich) erkennen. Normen für die einheitliche Lieferung und Prüfung der Romancemente sind in Deutschland nicht aufgestellt worden, dagegen bestehen solche in der Schweiz und Österreich. Die vom österreichischen Ingenieur- und Architektenverein am 12. April 1890 angenommenen Bestimmungen lauten im Auszug:

I. Verpackung und Gewicht. Romancement soll in Normalfässern mit 250 kg Brutto oder in Säcken mit 60 kg Brutto verpackt werden. Das Gewicht der Packung darf bei Fässern nicht mehr als 5%, bei Säcken höchstens 1,5% betragen.

II. Abbindeverhältnisse. Die Romancemente sind rasch, mittel oder langsam bindend. Unter rasch bindenden Romancementen sind diejenigen verstanden, deren Erhärtungsbeginn an der Luft ohne Sandzusatz, vom Moment der Wasserzugabe an gerechnet, innerhalb sieben Minuten eintritt. Fällt der Erhärtungsbeginn eines Romancements über 15 Minuten hinaus, so ist derselbe als langsam bindend zu bezeichnen. Zwischen den rasch und langsam bindenden Romancementen werden die mittel bindenden eingereiht.

Zur Bestimmung des Erhärtungsbeginns dient die Normalnadel in Verbindung mit dem Konsistenzmesser. Zu diesem Zweck wird eine auf eine Glasplatte gelegte Hartgummidose (ohne Boden) mit dem entsprechend bereiteten steifen Cementbrei gefüllt und unter den Konsistenzmesser gebracht, der in einem Messingstab von 1 cm Durchmesser im Gewicht von 300 g besteht, welcher sich längs einer Führung bewegt. Wenn der der Wirkung seines eigenen Gewichts überlassene, in den Cementbrei eindringende Konsistenzmesser mit seinem unteren Ende in einer Höhe von 6 mm über der Bodenfläche stecken bleibt, was durch einen Zeiger an der Vorrichtung ersichtlich wird, so ist ein Brei von Normalkonsistenz hergestellt. Gelingt dies beim ersten Versuch nicht, so ist durch Wasserzusatz die Normalkonsistenz zu erreichen. Der solchergestalt bereitete Brei kommt sodann unter die Normalnadel, wie es beim Portlandcement der Fall ist (s. d.).

III. Volumbeständigkeit. Romancement soll sowohl an der Luft, als auch unter Wasser volumbeständig sein.

Die Prüfung an der Luft und unter Wasser geschieht durch Beobachtung von Kuchen aus reinem Romancement (Kuchenprobe ähnlich wie bei Portlandcement, s. d.).

IV. Feinheit der Mahlung. Dieselbe ist mittels eines Siebs von 2500 Maschen pro 1 cm² und 0,07 mm Drahtstärke und eines solchen von 900 Maschen pro 1 cm² und 0,10 mm Drahtstärke zu prüfen. Der Siebrückstand darf auf dem 2500-Maschensieb keineswegs mehr als 36%, auf dem 900-Maschensieb nicht mehr als 18% betragen.

V. Bindekraft. Die Bestimmungen über die Ermittlung der Bindekraft und über die Probekörper entsprechen jenen für Portlandcement (s. d.).

VI. Zug- und Druckfestigkeit. In Normalmörtelmischung soll langsam und mittel bindender Romancement nach 28 Tagen Erhärtung (die ersten 24 Stunden an der Luft, die folgenden 27 Tage unter Wasser) eine Minimaldruckfestigkeit von 80 kg und eine Minimalzugfestigkeit von 10 kg pro 1 cm²; nach sieben Tagen Erhärtung (die ersten 24 Stunden an der Luft, die folgenden sechs Tage unter Wasser) eine Minimalzugfestigkeit von 5 kg aufweisen, rasch bindende Romancemente im ersten Fall eine Minimaldruckfestigkeit von 60 kg und eine Minimalzugfestigkeit von 8 kg, im zweiten Fall eine solche von 4 kg erreichen.

B. Portlandcemente sind Erzeugnisse, welche aus natürlichen Kalkmergeln oder künstlichen Mischungen thon- und kalkhältiger Stoffe durch Brennen bis zur Sinterung und darauf folgende Zerkleinerung bis zur Mehlfeinheit gewonnen werden. Ihr Name ist einer besonderen Sorte derselben entnommen, nämlich dem ursprünglich allein so benannten Portlandcement, welcher im Jahr 1824 aus den bei Leeds zum Wegebau verwendeten Kalksteinen und aus Thon im Großen hergestellt und wegen seiner graugrünen Farbe und bedeutenden Festigkeit nach der Erhärtung, wodurch er an Portlandstein, ein ausgezeichnetes Baumaterial Englands, erinnerte, mit dessen Namen belegt wurde. Bald darauf benutzte man statt der

vorhin genannten Materialien gemahlene Kreide und blauen Thon aus dem Medway-Fluß, und auch heute noch werden einerseits gern Kreide wegen ihrer Reinheit und Weichheit, außerdem aber Kalkstein mancherlei Art, und anderseits kieselsäurereiche Thone verwendet. Diese Materialien werden, jedes für sich, auf größtmögliche Gleichmäßigkeit und Feinheit verarbeitet und auf nassem oder trockenem Weg innig vermischt. Hierauf werden aus der Masse Ziegel geformt, diese an der Luft oder auf künstlichem Weg getrocknet, zuweilen auch nur in Trockenpressen behandelt, sodann bis zur hellen Weißglut gebrannt und schließlich auf das Feinste gemahlen. Den so gewonnenen Cement läßt man sodann noch einige Zeit lagern, wodurch er langsamer bindend wird und die Tendenz zum Treiben verliert.

Die Portlandcemente übertreffen meist alle übrigen C. in verschiedener Hinsicht an Güte, indem der Fabrikant im stande ist, ein ganz entsprechendes Mischungsverhältnis von Kalk und Thon zu wählen und einen hohen Grad von Gleichmäßigkeit und Dichtigkeit der Masse zu erzielen.

Gute Portlandcemente fühlen sich scharf an und haben in frischem Zustand eine graue Farbe mit einem Stich ins Grünliche, verarbeitet erscheinen sie dunkler; gelblichbraune oder helle weißgraue, auch blaugraue, ins Rote gehende Färbungen, oder endlich einzelne lebhaft rote Flecken deuten auf eine fehlerhafte Beschaffenheit der C. Unter dem Mikroskop erscheinen sie „schuppig krystallinisch“, d. h. aus lauter eckigen Blättchen und Schiefern bestehend. An der Luft nehmen die Portlandcemente (ebenso wie die Romancemente) leicht Wasser und Kohlensäure auf, weshalb sie beim Transport und Aufbewahren gut vor Nässe und starkem Luftzutritt geschützt werden müssen.

Die chemische Zusammensetzung der Portlandcemente ist aus folgender Tabelle zu ersehen:

Bestandteile	Mittlere Zusammensetzung eines guten Portlandcements nach Michaelis*)	Versuchsergebnisse der kgl. Prüfungsstation für Baumaterialien in Berlin bei zwölf deutschen Portlandcementen**)	Angaben über französische und ausländische Portlandcemente von E. Candlot***)
	%	%	%
Kalk	60,05	61,26—64,41	58—67
Kieselsäure	24,31	19,80—25,37	26—20
Thonerde	7,50	4,31— 8,29	5—10
Eisenoxyd	3,34	2,47— 3,96	2— 6
Magnesia	1,17	0,47— 2,23	0,5— 3
Kali	0,80	0,80— 2,27 (Kali und Natron)	—
Natron	0,74		—
Gips	1,82	—	—
Schwefelsäure	—	0,41— 1,70	0,5— 2
Unaufgeschlossener Rückstand	—	0,35— 1,38	—
Glühverlust	—	0,66— 1,51	—

*) Die hydraulischen Mörtel, 1869, S. 186.
**) Mitteil. aus den kgl. techn. Versuchsanstalten zu Berlin, 1883, S. 38.
***) Études pratiques sur le Ciment de Portland, Paris 1886.

Man hat den Portlandcement zuweilen mit sogenannten Zumischmitteln versetzt, in der Absicht, ihn in verschiedener Hinsicht zu verbessern. Da hierdurch aber unter Umständen eine Güteminderung herbeigeführt werden kann, weiters hierbei auch beabsichtigte Verfälschungen nur zu leicht möglich sind, so hat der Verein deutscher Cementfabrikanten schon im Jahr 1882 Stellung dagegen genommen und in der Generalversammlung vom Jahr 1883 das Verfahren einiger Fabriken, Portlandcement mit Zumischmitteln versetzt, unter dem Namen „Portlandcement“ in den Handel zu bringen, entschieden verurteilt. In der Generalversammlung vom Jahr 1885 endlich haben die Vertreter von 27 Fabriken, welche drei Viertel der gesamten deutschen Cementindustrie ausmachen, sich im gleichen Sinn geäußert und eine Erklärung erlassen, welche nachträglich von 55 deutschen und außerdeutschen Fabriken unbedingt und von zweien bedingt unterschrieben worden ist, während nur drei Fabriken ihre Zustimmung verweigert haben.

Zur Nachweisung von Zumischmitteln lassen sich eine Reihe von Prüfungen ausführen, welche sich auf Unterschiede im specifischen Gewicht, den Glühverlust, das Verhalten zu Wasser, bezw. die Alkalinität der Wasserlösung, das Verhalten zu verdünnten Säuren, Chamäleonlösung und gasförmiger Kohlensäure beziehen, jedoch nur im Laboratorium ausführen lassen. Für den Praktiker ist es von Bedeutung, daß ein schädlicher Einfluß von Zusätzen bei den allgemeinen Güteproben erkannt werden kann, und ist darauf hinzuweisen, daß zugesetzter Kalkstein sich bei Behandlung des C. mit verdünnten Säuren durch starke Kohlensäureentwicklung zu erkennen giebt, während Thonschiefer dabei nicht angegriffen wird und als unlöslicher Rückstand bleibt, daß endlich Thon, Sand und Asche sich auch zu erkennen geben, wenn man eine Probe des C. in ein cylindrisches zu zwei Drittel mit Wasser gefülltes Glas bringt, umrührt und sich absetzen läßt. Sand lagert sich dabei zu unterst, Asche und Thon darüber in verschieden gefärbten Schichten ab.

In den Jahren 1876 und 1877 sind der Architektenverein und der Verein von Bauinteressenten in Berlin, sowie der Verein deutscher Cementfabrikanten und der Verein für Fabrikation von Ziegeln etc. zusammengetreten und haben N o r m e n f ü r e i n h e i t l i c h e L i e f e r u n g u n d P r ü f u n g v o n P o r t l a n d c e m e n t vereinbart. Dieselben sind durch Erlaß des königl. preußischen Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten vom 12. November 1878 nach Prüfung durch eine besondere Kommission abgesehen von einigen kleinen Abänderungen in allen wesentlichen Punkten gutgeheißen und sämtlichen königl. Regierungen, Landdrosteien, Baubehörden etc. zur Beachtung vorgeschrieben worden. In gleicher Weise wurden die Normen vom preußischen Kriegsministerium unter dem 4. September 1880 für alle Militärbauten als gültig erklärt. Außerdem hat der Minister der öffentlichen Arbeiten unter dem 16. August 1880 durch Cirkularerlaß an sämtliche Regierungen etc. die königl. Prüfungsstation für Baumaterialien zu Berlin als diejenige Instanz bestimmt, welche bei Streitigkeiten zwischen Baubeamten

und Cementfabrikanten über die Güte gelieferter C. zu entscheiden habe. Dieser Vorschrift hat sich unter dem 27. August 1880 der Minister für Handel und Gewerbe, und unter dem 25. September 1880 auch der Minister der geistlichen, Unterrichts- und Medizinalangelegenheiten bezüglich der dem betreffenden Ressort unterstehenden Behörden angeschlossen.

Nicht unerwähnt darf bleiben, daß auch der österreichische Ingenieur- und Architektenverein zu Wien Normen aufgestellt hat; daß sich die Lieferungsbedingungen für das „Metropolitan Board of Works“ an die deutschen Normen anlehnen (s. Thonindustriezeitung 1879, Nr. 43), daß das russische Ministerium für Wegbau die Bearbeitung von Cementlieferungs- und Prüfungsbestimmungen veranlaßt und am 23. August 1881 eingeführt hat, welche in den meisten Punkten mit den deutschen Normen übereinstimmen (Mitteil. aus den königl. technischen Versuchsanstalten zu Berlin etc., 1. Jahrgang 1883, S. 35) und daß sie auch teilweise Vorbild der Schweizer Normen geworden.

Nachdem sich im Lauf der Zeit die Leistungsfähigkeit der Fabriken gehoben hatte und mancherlei Fortschritte auf dem Gebiet des Prüfungswesens gemacht worden waren, erschien eine Durchsicht der Normen und eine teilweise Verbesserung und Erweiterung derselben wünschenswert. Dieselbe wurde denn auch in der Generalversammlung des Vereins deutscher Cementfabrikanten 1886 in Gemeinschaft mit den schon bei der erstmaligen Aufstellung der Normen beteiligten Vereinen zu Ende geführt und als „Revidierte Normen“ herausgegeben, welche voraussichtlich gleichfalls die Zustimmung der verschiedenen Behörden finden werden (Die durchgesehenen Normen sind bis jetzt durch Cirkularerlaß des preußischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten vom 28. Juli 1887 mit unwesentlichen kleinen Änderungen gutgeheißen worden.) Ebenso wurden auch seitens des österr. Ingenieur- und Architektenvereins die aufgestellten Bestimmungen einer Durchsicht unterzogen, welche in der Geschäftsversammlung vom 22. Dezember 1888 zu Ende geführt wurde.

Die „Revidierten Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandcement“ (einige Abweichungen der österr. Bestimmungen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandcement sind in Parenthese angedeutet) lauten:

Definition von Portlandcement.

Portlandcement ist ein Produkt, entstanden durch Brennen einer innigen Mischung von kalk- und thonhaltigen Materialien als wesentlichsten Bestandteilen bis zur Sinterung und darauffolgende Zerkleinerung bis zur Mehlfeinheit.

I. Verpackung und Gewicht. In der Regel soll Portlandcement in Normalfässern von 180 kg (Österr. 200 kg) Brutto und etwa 170 kg Netto, und in halben Normalfässern von 90 kg Brutto und etwa 83 kg Netto verpackt werden. Das Bruttogewicht soll auf den Fässern verzeichnet sein.

Wird der C. in Fässern von anderem Gewicht oder in Säcken verlangt, so muß das Bruttogewicht auf diesen Verpackungen ebenfalls durch deutliche Aufschrift kenntlich gemacht werden (Österr. Säcke 60 kg).

Streuverlust sowie etwaige Schwankungen im Einzelgewicht können bis zu 2% nicht beanstandet werden.

Fässer und Säcke sollen außer der Gewichtsangabe auch Firma oder Fabriksmarke tragen.

II. Bindezeit. Je nach Art der Verwendung kann Portlandcement langsam oder rasch (Österr. langsam, mittel oder rasch) bindend verlangt werden. Als langsam bindend sind solche Cemente zu bezeichnen, welche in zwei Stunden (Österr. nach 30 Minuten) oder erst in längerer Zeit abbinden (Österr. rasch bindend, wenn Erhärtungsbeginn vor 10 Minuten).

Erläuterungen. Um die Bindezeit eines C. zu ermitteln, rühre man den reinen, langsam bindenden C. drei Minuten, den rasch bindenden eine Minute lang mit Wasser zu einem steifen Brei an und bilde auf einer Glasplatte durch nur einmaliges Aufgeben einen etwa 1,5 cm dicken, nach den Rändern hin dünn auslaufenden Kuchen. Die zur Herstellung dieses Kuchens erforderliche Konsistenz des Breies soll so beschaffen sein, daß der auf die Glasplatte gebrachte Brei erst durch mehrmaliges Aufstoßen der Platte nach den Rändern hin ausläuft, wozu in den meisten Fällen 27—30% Anmachwasser genügen. Sobald der Kuchen soweit erstarrt ist, daß derselbe einem leichten Druck mit dem Fingernagel widersteht, ist der C. als abgebunden zu betrachten.

Die genaue Ermittlung der Bindezeit und zur Feststellung des Beginns des Abbindens, welche bei rasch bindenden C. von Wichtigkeit ist (da diese vor Beginn des Abbindens verarbeitet sein müssen), bedient man sich einer Normalnadel von 300 g (Österr. 300 g) Gewicht und 1,0 mm² (Österr. 1,0 mm²) Querschnitt. Man füllt einen auf eine Glasplatte gesetzten Ring von 4 cm Höhe und 8 cm lichtem Durchmesser mit dem Cementbrei von der oben angegebenen Konsistenz und bringt denselben unter die Nadel. Der Moment, in welchem diese den Cementkuchen nicht mehr gänzlich zu durchdringen vermag, gilt als der „Beginn des Abbindens“ (Österr. Erhärtungsbeginn). Die Zeit, welche verfließt, bis die Normalnadel auf dem erstarrten Kuchen keinen merklichen Eindruck mehr hinterläßt, ist die Bindezeit (Österr. Prüfung wie bei Romancement, s. d.).

Da das Abbinden von C. durch die Temperatur der Luft und des zur Verwendung gelangenden Wassers beeinflußt wird, insofern hohe Temperatur dasselbe beschleunigt, niedere Temperatur es dagegen verzögert, so sollten die Versuche, um zu übereinstimmenden Resultaten zu gelangen, bei einer mittleren Temperatur des Wassers und der Luft von etwa 15—18° vorgenommen, oder, wo dies nicht angängig, die jeweiligen Temperaturverhältnisse in Berücksichtigung gezogen werden.

Während des Abbindens darf langsam bindender C. sich nicht wesentlich erwärmen, wohingegen rasch bindende C. eine merkliche Temperaturerhöhung aufweisen können. Portlandcement wird durch längeres Lagern langsamer bindend und gewinnt bei trockener, zugfreier Aufbewahrung an Bindekraft. Die noch vielfach herrschende Meinung, daß Portlandcement bei längerem Lagern an Qualität verliere, ist daher eine irrige und es sollten Kontraktbestimmungen, welche nur frische Ware vorschreiben, in Wegfall kommen.

III. Volumbeständigkeit. Portlandcement soll volumbeständig sein. Als vorläufige, eine rasche Beurteilung gestattende Probe wird die Darrprobe empfohlen. Als entscheidende Probe soll gelten, daß ein auf einer Glasplatte hergestellter und vor Austrocknung geschützter Kuchen aus reinem C., nach 24 Stunden unter Wasser gelegt, auch nach längerer Beobachtungszeit durchaus keine Verkrümmungen oder Kantenrisse zeigen darf.

Erläuterungen. Zur Ausführung der Darrprobe wird der reine C. mit Wasser zu einem Brei, von der in den Erläuterungen zu II. angegebenen Konsistenz angemacht. Es werden daraus auf einer ebenen, mit Fließpapier belegten, undurchlässigen Platte Kuchen von 8 bis 10 cm Durchmesser und etwa 1 cm Dicke hergestellt. Zwei dieser Kuchen, welche zur Vermeidung von Schwindrissen vor Austrocknung zu schützen sind, werden nach 24 Stunden, jedenfalls aber erst nach erfolgtem Abbinden, mit ihren ebenen Flächen auf einer Metallplatte ruhend, einer Temperatur von 110—120° ausgesetzt, bis keine Wasserdämpfe mehr entweichen, mindestens eine Stunde lang. Zweckmäßig werden hierzu die in den chemischen Laboratorien gebräuchlichen Trockenschränke benutzt.

Zeigen die Kuchen nach dieser Behandlung keine Kantenrisse, so ist der C. im allgemeinen als volumbeständig zu betrachten, im anderen Fall aber nicht zu verwerfen, sondern es ist erst das Resultat der entscheidenden Probe mit auf Glasplatten unter Wasser erhärtenden Kuchen abzuwarten. Es muß jedoch bemerkt werden, daß die Darrprobe bei C., welche mehr als 3% Gips oder sonstige Schwefelverbindungen enthalten, einen sicheren Schluß auf Volumbeständigkeit nicht gestattet.

Zur Ausführung der entscheidenden Probe wird der zur Bestimmung der Bindezeit angefertigte Kuchen bei langsam bindendem C. nach 24 Stunden, jedenfalls aber erst nach erfolgtem Abbinden, unter Wasser gelegt. Bei rasch bindendem C. kann dies schon nach kürzerer Frist geschehen. Die Kuchen, namentlich von langsam bindendem C., müssen bis nach erfolgtem Abbinden vor Zugluft und Sonnenschein geschützt werden, am besten durch Aufbewahren in einem bedeckten Kasten oder auch unter nassen Tüchern. Es wird hierdurch die Entstehung von Schwindrissen vermieden, welche in der Regel in der Mitte des Kuchens entstehen und von Unkundigen für Treibrisse gehalten werden können.

Zeigen sich bei der Erhärtung unter Wasser Verkrümmungen oder Kantenrisse, so deutet dies unzweifelhaft Treiben des C. an, d. h. es findet infolge einer Volumvermehrung ein Zerklüften des C. unter allmählicher Lockerung des zuerst gewonnenen Zusammenhangs statt, welches bis zu gänzlichem Zerfallen des C. führen kann.

Die Erscheinungen des Treibens zeigen sich an den Kuchen in der Regel bereits nach drei Tagen.

IV. Feinheit der Mahlung. Portlandcement soll so fein gemahlen sein, daß eine Probe desselben auf einem Sieb von 900 Maschen (Österr. 4900 und 900) auf den Quadratcentimeter höchstens 10% (Österr. 35, bezw. 10) Rückstand hinterläßt. Die Drahtstärke des Siebs soll die Hälfte der Maschenweite (Österr. 0,05, bezw. 0,10) betragen. Zu jeder Siebprobe sind 100 g Cement zu verwenden.

Erläuterungen. Es wäre irrig, wollte man aus der feinen Mahlung allein auf die Qualität eines C. schließen, da geringe, weiche C. weit eher sehr fein gemahlen vorkommen, als gute, scharf gebrannte. Letztere aber werden selbst bei gröberer Mahlung doch in der Regel eine höhere Bindekraft aufweisen, als die ersteren. Soll der C. mit Kalk gemischt verarbeitet werden, so empfiehlt es sich, hart gebrannte C. von sehr feiner Mahlung zu verwenden, deren höhere Herstellungskosten durch wesentliche Verbesserung des Mörtels ausgeglichen werden.

V. Festigkeitsproben. Die Bindekraft von Portlandcement soll durch Prüfung einer Mischung von C. und Sand ermittelt werden. Die Prüfung soll auf Zug- und Druckfestigkeit nach einheitlicher Methode geschehen, und zwar mittels Probekörper von gleicher Gestalt und gleichem Querschnitt und mit gleichen Apparaten.

Daneben empfiehlt es sich, auch die Festigkeit des reinen C. festzustellen.

Die Zerreißungsproben sind an Probekörpern von 5 cm² Querschnitt der Bruchfläche, die Druckproben an Würfeln von 50 cm² Fläche vorzunehmen.

VI. Zug- und Druckfestigkeit. Guter, langsam (Österr. langsam oder mittel und rasch) bindender Portlandcement soll bei der Probe mit drei Gewichtsteilen Normalsand auf ein Gewichtsteil C. nach 28 Tagen Erhärtung — ein Tag an der Luft und 27 Tage unter Wasser — eine Minimalzugfestigkeit von 16 kg (Österr. 15 kg, bezw. 12 kg) auf den Quadratcentimeter haben. Die Druckfestigkeit soll mindestens 160 kg (Österr. 150 kg, bezw. 120 kg) auf den Quadratcentimeter betragen.

C., welcher eine höhere Zug-, bezw. Druckfestigkeit zeigt, gestattet in vielen Fällen größeren Sandzusatz und hat, aus diesem Gesichtspunkt betrachtet, sowie oft schon wegen seiner größeren Festigkeit bei gleichem Sandzusatz, Anrecht auf einen entsprechend höheren Preis.

Bei schnell bindenden Portlandcementen ist die Festigkeit nach 28 Tagen im allgemeinen eine geringere als die oben angegebene. Es soll deshalb bei Nennung von Festigkeitszahlen stets auch die Bindezeit aufgeführt werden.

Erläuterungen. Die maßgebende Festigkeitsprobe ist die Druckprobe nach 28 Tagen, weil in kürzerer Zeit beim Vergleich verschiedener C. die Bindekraft nicht genügend zu erkennen ist. So können z. B. die Festigkeitsresultate verschiedener C. bei der 28. Tagesprobe einander gleich sein, während sich bei einer Prüfung nach sieben Tagen noch wesentliche Unterschiede zeigen.

Als Kontrollprobe für die abgelieferte Ware dient die Zugprobe nach 28 Tagen. Will man jedoch die Kontrolle schon nach sieben Tagen vornehmen, so kann dies durch eine Vorprobe geschehen, wenn man das Verhältnis der Zugfestigkeit nach sieben Tagen zur 28-Tagesfestigkeit an dem betreffenden C. ermittelt hat. Auch kann diese Probe mit reinem C. ausgeführt werden, wenn man das Verhältnis der Festigkeit des reinen C. zur 28-Tagesfestigkeit bei drei Teilen Sand festgestellt hat.

Von ganz besonderem Wert würde es sein, wenn da, wo dies zu ermöglichen ist, die Festigkeitsproben an zu diesem Zweck vorrätig angefertigten Probekörpern auf längere Zeit ausgedehnt würden, um das Verhalten verschiedener C. auch bei längerer Erhärtungsdauer kennen zu lernen.

Um zu übereinstimmenden Resultaten zu gelangen, muß überall Sand von gleicher Korngröße und gleicher Beschaffenheit benutzt werden. Dieser Normalsand wird dadurch gewonnen, daß man möglichst reinen Quarzsand wäscht, trocknet, durch ein Sieb von 60 Maschen (Österr. 64) auf den Quadratcentimeter siebt, dadurch die gröbsten Teile ausscheidet und aus dem so erhaltenen Sand mittels eines Siebs von 120 Maschen (Österr. 144) auf den Quadratcentimeter noch die feinsten Teile entfernt. Die Drahtstärke der Siebe soll 0,38 (Österr. 0,40), bezw. 0,32 mm (Österr. 0,30) betragen.

Da nicht alle Quarzsande bei der gleichen Behandlungsweise die gleiche Festigkeit ergeben, so hat man sich zu überzeugen, ob der zur Verfügung stehende Normalsand mit dem unter der Kontrolle des Vorstands des deutschen Cementfabrikantenvereins gelieferten Normalsand, welcher auch von der königl. Prüfungsstation in Charlottenburg-Berlin benutzt wird, übereinstimmende Festigkeitsresultate ergiebt.

Beschreibung der Proben zur Ermittlung der Zug- und Druckfestigkeit.

Da es darauf ankommt, daß bei Prüfung desselben C. an verschiedenen Orten übereinstimmende Resultate erzielt werden, so ist auf die genaue Einhaltung der im nachstehenden gegebenen Regeln ganz besonders zu achten.

Zur Erzielung richtiger Durchschnittszahlen sind für jede Prüfung mindestens sechs Probekörper anzufertigen.

Anfertigung der Cementsandproben.

1. Zugproben. Die Zugprobekörper können entweder durch Handarbeit oder durch maschinelle Vorrichtungen hergestellt werden.

a) Handarbeit. Man legt auf eine zur Anfertigung der Proben dienende Metall- oder starke Glasplatte fünf mit Wasser getränkte Blättchen Fließpapier und setzt auf diese fünf mit Wasser angenetzte Formen. Man wägt 250 g (Österr. 150 g) C. und 750 g (Österr. 450 g) trockenen Normalsand ab und mischt beides in einer Schüssel durcheinander. Hierauf bringt man 100 cm³ = 100 g (Österr. 60 g) reines süßes Wasser hinzu und arbeitet die ganze Masse fünf Minuten lang tüchtig durch. Mit dem so erhaltenen Mörtel werden die Formen unter Eindrücken auf einmal so hoch angefüllt, daß sie stark gewölbt voll werden. Man schlägt nun mittels eines eisernen Spatels von 5 auf 8 cm Fläche, 35 cm Länge und einem Gewicht von 250 g (Österr. 350 g) den überstehenden Mörtel anfangs schwach und von der Seite her, dann immer stärker, so lange in die Formen ein, bis derselbe elastisch wird und an seiner Oberfläche sich Wasser zeigt. Ein bis zu diesem Zeitpunkt fortgesetztes Einschlagen von etwa einer Minute pro Form ist unbedingt erforderlich. Ein nachträgliches Aufbringen und Einschlagen von Mörtel ist nicht statthaft, weil die Probekörper aus demselben C. an verschiedenen Versuchsstellen gleiche Dichte erhalten sollen. Man streicht nun das die Form Überragende mit einem Messer ab und glättet mit demselben die Oberfläche. Man löst die Form vorsichtig ab und setzt die Probekörper in einen mit Zink ausgeschlagenen Kasten, der mit einem Deckel zu bedecken ist, um ungleichmäßiges Austrocknen bei verschiedenen Temperaturen zu verhindern. 24 Stunden nach der Anfertigung werden die Probekörper unter Wasser gebracht, und man hat nur darauf zu achten, daß dieselben während der ganzen Erhärtungsdauer von Wasser bedeckt bleiben.

b) Maschinelle Anfertigung. Nachdem die mit dem Füllkasten versehene Form auf der Unterlagsplatte durch zwei Stellschrauben festgeschraubt ist, werden für jede Probe 180 g des wie in *a*) hergestellten Mörtels in die Form gebracht und wird der eiserne Formkern eingesetzt. Man giebt nun mittels des Schlagapparats von Dr. Böhme mit dem Hammer von 2 kg 150 Schläge auf den Kern. Nach Entfernung des Füllkastens und des Kerns wird der Probekörper abgestrichen und geglättet, samt der Form von der Unterlagsplatte abgezogen und im übrigen behandelt wie unter *a*).

Bei genauer Einhaltung der angegebenen Vorschriften geben Handarbeit und maschinelle Anfertigung gut übereinstimmende Resultate. In streitigen Fällen ist jedoch die maschinelle Anfertigung die maßgebende.

2. Druckproben. Um bei Druckproben an verschiedenen Versuchsstellen zu übereinstimmenden Resultaten zu gelangen, ist maschinelle Anfertigung erforderlich.

Man wägt 400 g C. und 1200 g trockenen Normalsand ab, mischt beides in einer Schüssel gut durcheinander, bringt 160 cm³ = 160 g Wasser hinzu und arbeitet den Mörtel fünf Minuten lang durch. Hiervon füllt man 860 g in die mit Füllkasten versehene und auf die Unterlagsplatte aufgeschraubte Würfelform. Man setzt den eisernen Kern in die Form ein und giebt auf denselben mittels des Schlagapparats von Böhme mit dem Hammer von 2 kg 150 Schläge. Nach Entfernung des Füllkastens und des Kerns wird der Probekörper abgestrichen und geglättet, mit der Form von der Unterlagsplatte abgezogen und im übrigen behandelt wie unter *a*).

Anfertigung der Proben aus reinem C. Man ölt die Formen auf der Innenseite etwas ein und setzt dieselben auf eine Metall- oder Glasplatte (ohne Fließpapier unterzulegen). Man wägt nun 1000 g (Österr. 600 g) C. ab, bringt 200 cm³ = 200 g (Österr. 120 cm³) Wasser hinzu und arbeitet die Masse (am besten mit einem Pistill) fünf Minuten lang durch, füllt die Formen stark gewölbt voll und verfährt wie unter *a*). Die Formen kann man jedoch erst dann ablösen, wenn der C. genügend erhärtet ist.

Da beim Einschlagen des reinen C. Probekörper von gleicher Konsistenz erzielt werden sollen, so ist bei sehr feinem oder bei rasch bindendem C. der Wasserzusatz entsprechend zu erhöhen. Der angewandte Wasserzusatz ist bei Nennung der Festigkeitszahlen anzugeben.

Behandlung der Proben bei der Prüfung. Alle Proben werden sofort nach der Entnahme aus dem Wasser geprüft. Da die Zerreißungsdauer von Einfluß auf das Resultat ist, so soll bei der Prüfung auf Zug die Zu-

nahme der Belastung während des Zerreißens 100 g in der Sekunde betragen. Das Mittel aus den vier besten Zugproben soll als die maßgebende Zugfestigkeit gelten.

Bei der Prüfung der Druckproben soll, um einheitliche Resultate zu wahren, der Druck stets auf zwei Seitenflächen der Würfel ausgeübt werden, nicht aber auf die Bodenfläche und die bearbeitete obere Fläche. Das Mittel aus den vier besten Proben soll als die maßgebende Druckfestigkeit gelten.

Im Gegensatz zu den früheren Normen stellen die angeführten revidierten Normen die Probe auf Druckfestigkeit als die entscheidende, d. h. als Hauptmaßstab für die Wertbestimmung auf, sie fordern weiter als geringste Festigkeit eines langsam bindenden C. wesentlich mehr als früher und ermöglichen durch Einführung eines Apparats zur Herstellung der Probekörper eine bisher nicht vorhandene Gleichwertigkeit der Versuche.

Näheres über den obenerwähnten Schlagapparat und die zugehörigen Formen, welche durch Vermittlung der königl. Prüfungsstation in Berlin bezogen werden können, sowie über den meist üblichen Zerreißungsapparat und die anderen üblichen Apparate, siehe unter anderem in dem Artikel Cement in Dr. O. Dammers Illustriertem Lexikon der Verfälschungen, Leipzig 1886. Bezüglich der in Österreich gültigen Bestimmungen ist die Prüfungsanstalt für hydraulische Bindemittel in Wien maßgebend.

Was die Verwendung des C. im Eisenbahnwesen betrifft, so ist dieselbe sowohl im Unter- als auch im Hochbau eine höchst vielseitige. Bei Bauten unterm Wasser, bei Herstellung von Fundamenten für Brücken, Viadukte und Gebäudefundierungen, sowie Herstellung von Pflasterungen findet C. vielfache Anwendung, sei es in Verbindung mit Ziegeln und Bruchsteinen, oder mit Sand und Schotter gemengt, als sogenannter Beton, da seine vorzüglichen hydraulischen Eigenschaften denselben für diese Zwecke nahezu unentbehrlich machen. Einer in neuester Zeit auftretenden Anwendung des C. in Verbindung mit Eisen sei hier noch gedacht, welche unter dem Namen des Systems Monier bereits allgemein bekannt, teils zur Herstellung gerader oder gewölbter Deckenkonstruktionen, Dächer und Scheidemauern, teils für Brücken, Wehranlagen, Kanäle, Rohrleitungen etc. weite Verbreitung gefunden hat. (Näheres hierüber s. Monier-Gewölbe).

Von hervorragenderen Erzeugnisstätten des C. seien jene der Aktiengesellschaft der priv. hydraulischen Kalk- und Portland-Cementfabrik in Perlmoos mit einer Produktionsfähigkeit von jährlich 350 000 t und 750 000 t Romancement erwähnt.

C. Hydraulische Zuschläge.

Zu ihnen zählen verschiedene, durch Einwirkung von Wasser in gewisser Weise veränderte Trachytgesteine, unter welchen die Puzzolane, der Traß und die Santorinerde die bemerkenswertesten sind; sie werden gewöhnlich alle mit dem gemeinsamen Namen Puzzolanen bezeichnet. In ihnen bildet die Kieselerde den Hauptbestandteil, daneben kommen Thonerde und Eisenoxyd sowie geringe Mengen von Alkalien und alkalischen Erden in Betracht. Bei dieser chemischen Zusammensetzung liefern die Puzzolanen nur als Zuschläge zu fettem Kalk einen hydraulischen Mörtel. Da aber die in ihnen enthaltene Kieselerde infolge vulkanischer Prozesse schon im amorphen Zustand und außerdem auch hydratisiert erscheint, so ist sie ohne vorausgehendes Brennen der Puzzolanen geeignet, mit dem Kalk die kieselsauren Verbindungen einzugehen.

Alle in Betracht kommenden Gesteine und Erden erweisen sich umso brauchbarer zur Mörtelbereitung, je mehr in Säuren lösliche Bestandteile sie enthalten, je größer insbesondere die Menge der löslichen Kieselerde in erster, der Thonerde in zweiter und des Eisenoxyds in letzter Linie ist.

Die eigentliche Puzzolane findet sich in mehreren Gegenden Italiens und stellt ein vulkanisches Tuffgestein von körniger, öfters poröser Struktur vor; es ist mehr oder weniger fest, oft zerreiblich, wenig homogen, von grauer oder gelb- bis dunkelrotbrauner Farbe; je dunkler diese Farbe, desto besser die Sorte. Sie war bei den Römern und später bis zum sechzehnten Jahrhundert fast das einzige, zur Herstellung von Wassermörtel verwendete Material und wird auch jetzt noch, nachdem sie fein pulverisiert worden, zu dem gleichen Zweck benutzt.

Der Traß, zuerst von den Holländern im siebzehnten Jahrhundert an Stelle der Puzzolane in Anwendung gebracht, wird durch Pulverisieren des in der Eifel vorkommenden Tuffsteins (Ducksteins) gewonnen. Er ist von grauer bis graublauer oder von gelbbrauner Farbe, mehr oder weniger fest, ziemlich porös, körnig, magnetisch an der Zunge haftend und deutlich Thongeruch zeigend. Pulverisierter Traß, in einem Glas Wasser umgerührt, soll sich aus demselben vollständig wieder absetzen und dabei keine verschiedenartige Schichtung zeigen.

Die Santorinerde, nach einer Insel der Cykladengruppe benannt, unterscheidet sich im Äußern kaum von den vorher genannten, doch ist sie gewöhnlich weniger fest und dicht und leicht zerreiblich. Ähnliche Tuffgesteine finden sich auch noch an anderen Orten, namentlich in Frankreich, doch haben sie nicht die Bedeutung der obengenannten erlangt.

Zu der Gruppe der Puzzolanen können auch basische Hochofenschlacken gerechnet werden, aus welchen man durch Zerkleinern, Mahlen und Mengen mit trocken gelöschtem, pulverförmigem Kalkhydrat den sogenannten Schlackencement fabriksmäßig herstellt.

Handelt es sich um Verwendung hydraulischer Bindemittel für einen bestimmten Zweck, so muß bei der Prüfung derjenigen derselben, unter denen die Auswahl getroffen werden soll, diesem Verwendungszweck und den zur Verfügung stehenden Zusätzen (Sand, Schotter, Schlacken) Rechnung getragen werden, d. h. die Proben sind thunlichst den Verwendungsverhältnissen entsprechend und mit den im Gebrauch stehenden Zusatzmaterialien auszuführen. Solche Proben sind durch die sogenannten Normenproben nicht zu ersetzen. Die Zug- und Druckfestigkeit des Cementmörtels, sowie sie jetzt normengemäß bestimmt wird, ist für die Dauerhaftigkeit der Bauten nicht allein maßgebend; es kommen vielmehr noch mehrere gewichtige Momente in Betracht (Wetterbeständigkeit, Sprödigkeit, Wasserundurchlässigkeit, Adhäsionsfestigkeit und Volumenbeständigkeit der

Mörtel), welche für die Dauerhaftigkeit der Bauten von dem größten Belang sind.

Litteratur: Von technischen Zeitschriften seien unter anderen Dinglers Polytechnisches Journal, die Thonindustriezeitung, das Notizblatt des deutschen Vereins für Fabrikation von Ziegeln etc., und Wagners Jahresberichte über die Leistungen der chemischen Technologie erwähnt, und von ausführlicheren Arbeiten: Michaelis, Die hydraulischen Mörtel, insbesondere der Portlandcement, Leipzig 1869; Feichtinger, Die chemische Technologie der Mörtelmaterialien, zugleich zweite Abteilung der ersten Gruppe des 6. Bands von Bolley-Birnbaums Handbuch der chemischen Technologie, dann auch Gottgetreu, Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien, Berlin, 2. Auflage 1875; Tarnawski, Kalk, Gips, Cementkalk und Portlandcement, Wien 1887.

Cementierte Schienen sind Schienen aus sehr gutem sehnigen Eisen, deren Kopf durch Umhüllen mit Kohlenpulver und Ausglühen verstählt worden ist.

Cementstahl (Brennstahl, Blasenstahl) (*Converted steel, cemented steel; Acier*, m., *poule, acier*, m., *cementé*), Stahlmasse, welche gewonnen wird, wenn man Schmiedeisen mit Kohlenpulver umhüllt und bei Luftabschluß der Weißglut aussetzt; hierbei nimmt das Schmiedeisen Kohlenstoff auf und verwandelt sich von außen nach innen allmählich in kohlenstoffreicheres Eisen. Unterbricht man den Prozeß zur rechten Zeit, so erhält man den C.

Centesimalwagen (*Centesimal balances*, pl.; *Balances*, f. pl., *centésimales*), jene Wagen, bei welchen das in die Gewichtschale gesetzte Gewicht durch Verhundertfachung die Schwere des auf der Wage liegenden Gegenstands anzeigt. Ihre Anzahl und der Platz ihrer Aufstellung richtet sich nach den lokalen Bedürfnissen (s. Brückenwagen).

Centralabrechnungsbureau, s. Abrechnung.

Centralabrechnungsstelle, s. Abrechnung.

Centralamerika. Hinsichtlich der centralamerikanischen Eisenbahnen s. Amerika unter Costa-Rica, Honduras, Nicaragua, Guatemala, Salvador.

Centralapparat, s. Centralisierung von Weichen und Signalen, sowie Stellwerke.

Centralbahnhof, Hauptbahnhof in größeren Verkehrscentren, welcher die daselbst befindlichen Bahnhöfe für den Personenverkehr der einzelnen Bahnen oder Bahnstrecken miteinander verbindet und zur gemeinsamen Abwicklung des Personenverkehrs nach den verschiedenen in Betracht kommenden Richtungen dient. So werden beispielsweise als C. die Hauptbahnhöfe in Basel, Bremen, Breslau, Halle, Köln, Magdeburg, Mailand, Mainz, München, Nürnberg, Pest (ungarische Staatsbahnen), Straßburg etc. bezeichnet.

Centralbuffer, s. Buffer.

Centralbureaux der preußischen Eisenbahndirektionen, dienen zur Vermittlung des geschäftlichen Verkehrs der Direktionen und bestehen aus dem Generalbureau, sowie den Geschäftsbureaux für die Betriebsverwaltung, Verkehrsverwaltung, Bauverwaltung und Maschinenverwaltung. Die Vorstände der C. können zugleich als Hilfsarbeiter der Direktion beschäftigt und mit der selbständigen Erledigung bestimmter Geschäfte ihres Ressorts von dem Präsidenten der Direktion nach Maßgabe der Geschäftsordnung beauftragt werden (§ 75 der Organisationsbestimmungen vom 24. November 1879 und Geschäftsordnung für die Eisenbahndirektionen vom 4. Februar 1880).

Centraldirektion, bei einzelnen österreichischen Privatbahnen (z. B. bei der böhmischen Westbahn) vorkommende Bezeichnung für die oberste, dem Vorstand der Gesellschaft unmittelbar unterstehende ausführende Dienststelle.

Centralheizung, s. Beheizung der Gebäude.

Centralinspektor, s. Betriebsdienst.

Centralisation der Eisenbahnverwaltung. Die von einem obersten Mittelpunkt ausgehende einheitliche Gestaltung der Hauptgrundzüge der Eisenbahnverwaltung innerhalb eines Lands oder in einer Staatenvereinigung erfolgt zu dem Behuf, damit die Bahnen ihrer Aufgabe als öffentliches Verkehrsmittel vollkommener entsprechen. Gegenstand der C. bilden die Feststellung des Netzes der allerwichtigsten Bahnen; die oberste Regelung des Tarifwesens und das Frachtrecht; dann die Grundbedingungen für Anlagen und Betrieb. Eine so weitgehende Centralisation wie bei der Post- und Telegraphenverwaltung ist allerdings im Eisenbahnwesen nicht möglich; in der Natur der Sache und in der Entstehungsgeschichte der Eisenbahnen liegt vielmehr schon eine Mehrheit von Betriebsverwaltungen begründet. Aber eben die Geschichte des Eisenbahnwesens liefert auch den Beweis für ein zunehmendes Streben nach C. Dieses Streben hat namentlich in den Fusionen (s. d.) und in der Verstaatlichung (s. d.) vieler Privatbahnen einen deutlichen Ausdruck gefunden. Soweit die C. unter einer und derselben Verwaltung reicht, reicht auch von selbst die Gleichheit der Betriebseinrichtungen. Aber die C muß noch weiter gehen. Sie muß soweit gehen, daß jede Transportleistung, auch wenn sie von verschiedenen Bahnverwaltungen besorgt wird, dem Publikum gegenüber als eine einheitliche Leistung (direkter Verkehr) erscheint. Übergang der Personen und Güter von einer Bahn auf die andere ohne neuen Vertrag und ineinandergreifende Fahrpläne sind nach dieser Richtung hin das Erfordernis.

Soweit in Deutschland wegen der früheren staatlichen Zersplitterung eine C. nicht möglich war, wurde dieselbe durch freie Vereinbarung der Bahnverwaltungen, sogenannte Eisenbahnvereine (s. d.), angebahnt. So durch Gründung des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen (1847), des Railway-Clearinghouse in England (1842) etc. Im engeren Kreis bezwecken ähnliches die Eisenbahnverbände (s. Bahnverbände). In neuerer Zeit sah man sich auch immer mehr zur Errichtung oberster Centralstellen veranlaßt, von welchen die ganze Centralisationsbewegung getragen ist; eine solche Stelle ist in Deutschland das Reichseisenbahnamt (1873), welches die dem Reich verfassungsmäßig zustehende Aufsicht über das Eisenbahnwesen ausübt.

Internationale Einheitsbestrebungen auf dem Gebiet des Eisenbahnwesens sind wiederholt von der Schweiz ausgegangen und bezogen sich auf Konstruktion der Betriebsmittel und auf Betriebseinrichtungen, später auf das internationale Frachtrecht. Einen ähnlichen Zweck

verfolgen auch die internationalen Eisenbahnkongresse, von denen der erste in Brüssel (1885), der zweite in Mailand (1887), der dritte in Paris (1889) abgehalten wurde. Ohne Zweifel haben derartige internationale Centralisationsbestrebungen bei ihrer volkswirtschaftlichen Wichtigkeit Aussicht auf allmähliche Verwirklichung. Dr. M. Haushofer.

Centralisierung von Weichen und Signalen (*Centralization of switches and signals; Centralisation*, f., *de la manoeuvre des aiguilles et des signaux*), die Vereinigung der Hebel verschiedener, räumlich voneinander entfernter Weichen und Signale an einer Stelle, so daß die Bedienung derselben erfolgen kann, ohne daß zeitraubende Wege zwischen den einzelnen Weichen und Signalen erforderlich werden.

Diese räumliche Nebeneinanderlegung der einzelnen Hebel ermöglicht es, dieselben untereinander derart in mechanische Verbindung zu bringen, daß die Möglichkeit der Bewegung eines Hebels von der Stellung einzelner, bezw. aller anderen Hebel abhängig ist.

Je nach ihrem Zweck ist die Anordnung und Ausdehnung der einzelnen Centralanlagen sehr verschieden. Am einfachsten sind diejenigen, welche nur Weichen umfassen. Dieselben finden hauptsächlich Anwendung an solchen Stellen der Bahnhöfe, an denen zwar viele Weichen vorhanden sind, durchgehende Züge aber nicht verkehren, insbesondere also auf großen Rangierbahnhöfen. Hier werden zweckmäßig die Hebel aller derjenigen Weichen, die zu einer Rangiergruppe gehören, in einem Stellwerk vereinigt, welches der leichteren Übersicht wegen am Anfang des Auszieh-, bezw. Ablaufgleises seinen Platz erhält.

Da die Wege nach den einzelnen Weichen dem Centralwärter erspart sind, kann derselbe gleichzeitig mehr Weichen bedienen, als wenn dieselben nicht centralisiert wären; es wird also an Personal zum Stellen der Weichen gespart, während eine Erhöhung der Sicherheit des Rangierverkehrs nur in geringem Maß insofern erreicht wird, als für die Weichensteller die Notwendigkeit wegfällt, zum Umstellen der Weichen Gleise überschreiten zu müssen, die hiermit immerhin verbundene Gefahr also vermieden wird.

Die Anlage solcher auf Weichen beschränkter Stellwerke ist demnach durch das Streben nach Erhöhung der Sicherheit des Eisenbahnbetriebs nicht veranlaßt, dagegen verdanken wir diesem Streben die weit größere und wichtigere Zahl derjenigen Stellwerke, welche gleichzeitig Weichen und Signale umfassen.

Bei diesen letzteren Apparaten wird eine Ersparnis an Arbeitskräften und dergleichen nicht, bezw. nur als Nebenzweck erstrebt, der Hauptzweck ihrer Anlage ist die Erhöhung der Sicherheit des Betriebs durch die bereits oben erwähnte Möglichkeit einer mechanischen Verbindung der Hebel, wodurch das Ziehen eines derselben, z. B. des Hebels zu einem Einfahrtssignal, von der richtigen Stellung anderer Hebel, in diesem Fall der Hebel derjenigen Weichen, welche der durch das Signal zugelassene Zug zu passieren hat, abhängig gemacht wird und der Centralwärter in der Bewegung der Hebel derart beschränkt ist, daß er dieselben nur unter bestimmten Voraussetzungen, bezw. in einer bestimmten Reihenfolge ziehen kann.

Die Abhängigkeit der Hebel eines solchen Stellwerks muß eine derartige sein, daß:

1. kein Fahrsignal gezogen werden kann, ehe nicht sämtliche für die Fahrt des betreffenden Zugs in Frage kommenden Weichen richtig stehen;

2. nachdem das Fahrsignal gezogen ist und so lange bis dasselbe wieder eingezogen wird, keine der vorbezeichneten Weichen umgestellt werden kann;

3. Fahrsignale für solche Züge, die sich gegenseitig gefährden, nicht gleichzeitig gezogen werden können.

Naturgemäß kann derartigen Anforderungen am ehesten genügt werden, wenn für jeden Bahnhof nur ein Stellwerk vorhanden ist, welches alle Signale und Weichen des Bahnhofs umfaßt. Eine solche Anordnung verbietet sich indes, abgesehen von kleinen Mittelstationen, Bahnabzweigungen, Vorstationen u. dgl. meist schon deshalb, weil ein derartiger Bezirk für den Centralwärter unübersichtlich werden würde, auch die zur Verbindung des Stellwerks mit den Weichen erforderlichen langen Leitungen manche Erschwerungen und Unzuträglichkeiten mit sich bringen. Es muß deshalb in den meisten Fällen eine Teilung des Bahnhofs in mehrere Centralbezirke vorgenommen werden, und reichen für die meisten Bahnhöfe zwei solcher Bezirke aus, von welchen jeder die Signale und Weichen einer Einfahrtsseite des Bahnhofs umfaßt. Weichen in den Nebengleisen, welche von durchgehenden Zügen nicht befahren werden, auch als ablenkende Weichen für dieselben nicht in Frage kommen, können hierbei aus den Centralbezirken ausgeschlossen bleiben.

Nur bei großen ausgedehnten Bahnhöfen wird eine Teilung in mehr als zwei Centralbezirke erforderlich.

Schon bei einer Teilung in zwei Bezirke, noch mehr aber bei weitergehender Teilung ist genau zu untersuchen, ob zur Sicherung des Zugverkehrs eine Abhängigkeit der Stellwerke voneinander erforderlich ist. Diese Abhängigkeit wird z. B. stets dann notwendig, wenn Züge von zwei zu verschiedenen Centralbezirken gehörenden Einfahrtsseiten in dasselbe Gleis einzulaufen haben oder sich in ihren Fahrrichtungen durchkreuzen. Die Abhängigkeit ist sowohl direkt auf elektrischem oder mechanischem Weg durch Verbindung der Hebel des einen Stellwerks mit denen des andern mittels „Blockapparaten", als auch indirekt, und zwar in diesem Fall entweder durch Vermittlung des Stationsblockapparats, von welchem aus die Hebel der einzelnen Stellwerke unter Verschluß gehalten werden, oder dadurch zu erreichen, daß die für sich gefährdende Züge wichtigen Weichen von dem einen Centralapparat aus gestellt, vom anderen aus in abweisender Stellung verriegelt werden.

Die den vorstehend erörterten Anforderungen entsprechenden verschiedenen Centralisierungssysteme unterscheiden sich zunächst grundsätzlich danach, ob von den Centralstellen aus die in den Centralbezirk einbezogenen Weichen gestellt oder nur verriegelt werden. Im ersteren Fall erfolgt die ganze Bedienung der Weichen von dem Stellwerk aus, im letzeren Fall werden die Weichen, wie gewöhnlich, durch besondere Weichensteller von Hand umgestellt, während der Centralwärter nur mittels einer an jeder

Weiche angebrachten Riegelvorrichtung die richtig gestellte Weiche verriegelt und dadurch deren Umstellung, solang ein Signal gezogen ist, verhindert, auch durch die Verriegelung erst in seinem Apparat die Möglichkeit schafft, das Signal ziehen zu können.

Das erstere System hat den Vorteil, daß an Weichenstellern gespart wird, da der Centralwärter erheblich mehr Weichen bedienen kann, als der Weichensteller, der die einzelnen Weichen an Ort und Stelle umstellen muß. Dieser Vorteil mag insbesondere dann erheblich in's Gewicht fallen, wenn es an tüchtigem Personal zur Besetzung der Weichenstellerposten fehlt; er ist im übrigen aber, was die Zahl der erforderlichen Arbeitskräfte anbelangt, nicht bedeutend, da das Umstellen der Weichen immerhin nur einen Teil der Thätigkeit des Weichenstellers ausmacht, die übrige Arbeit, wie: Reinigen der Gleise und Weichen, Beleuchtung der letzteren u. dergl., aber durch die Centralisierung nicht vermindert wird. Ein Nachteil des betreffenden Systems liegt darin, daß der Centralweichensteller, sobald der Bezirk einigermaßen ausgedehnt wird, die einzelnen Weichen nicht mehr übersehen kann, Mängel an denselben nicht bemerkt, auch die Weichen leicht zu früh umstellt oder, falls er in dieser Beziehung sicher gehen will, dieselben langsamer bedient als ein neben der Weiche stehender Wärter, welcher über die Zulässigkeit der Umstellung keinen Augenblick im Zweifel sein kann.

Aus diesem Grund wird die Centralstellung überall dort, wo ein umfangreicher in den Gleisen oft wechselnder Rangierverkehr zu bewältigen ist, leicht zu Unzuträglichkeiten führen, während dieselbe überall dort, wo nur durchgehende Züge in Frage kommen, — in welchen Fällen dann auch meist die Zahl der Weichen klein ist, dieselben also alle in der Nähe der Centralstelle liegen, auch die Umstellung der Weichen nach dem Passieren des Zugs nicht eilig ist, — Bedenken weniger unterliegt. Es ist dabei allerdings nicht zu verschweigen, daß auch bei solchen einfachen Verhältnissen Unfälle durch unzeitiges Umstellen der Weichen mehrfach vorgekommen sind.

Das zweite System, bei welchem die Weichen von der Centralstelle aus nur verriegelt werden, vermeidet derartige Mängel durchaus; beim Rangierverkehr kommt der Centralwärter überhaupt nicht zur Mitwirkung, bei durchgehenden Zügen nur insofern, als er die einzelnen Weichen in richtiger Stellung verriegelt und deren Umstellung verhindert; selbst ein zu frühes Freigeben der betreffenden Weichen bringt keine unmittelbare Gefahr, da der in der Nähe der Weiche stehende Weichensteller dieselbe unter dem darüber fahrenden Zug nicht umstellen wird. Dieser Weichensteller vermag ferner Mängel an der Weiche, insbesondere solche, welche den guten Zungenanschluß hindern, sofort zu bemerken und zu beseitigen. Diesen Vorteilen gegenüber hat das System den einzigen Nachteil, erhebliche Mehrkosten zu erfordern, da der Centralwärter zu dem vorhandenen Weichenstellerpersonal, ohne irgendwelche Ersparnis an letzterem, hinzukommt, auch die Aufstellung der Stellwerke bedeutende Kosten verursacht, denen keine Ersparnisse, sondern lediglich die Vorteile der erhöhten Betriebssicherheit gegenüberstehen.

Dieser Umstand ist der Verbreitung der Centralverriegelungsapparate nicht günstig gewesen und haben dieselben deshalb in dieser Beziehung hinter den Centralstellapparaten merklich zurückbleiben müssen, wozu allerdings der Umstand beigetragen hat, daß die durch letztere Apparate zu erzielenden Ersparnisse an Personal oft bedeutend überschätzt worden sind.

Natürlicherweise lassen sich auch beide Systeme derart vereinigen, daß von der Centralstelle aus die naheliegenden Weichen gestellt, die entfernteren verriegelt werden; es werden dadurch die Vorteile beider Systeme in gewissem Maß vereinigt, die Nachteile derselben vermindert.

Die Herstellung der einzelnen Centralanlagen erfolgt zur Zeit nach einer größeren Anzahl verschiedener Systeme. Die Unterschiede der einzelnen Systeme betreffen hauptsächlich die Art und Weise, in welcher die einzelnen Weichen umgestellt oder verriegelt werden (s. Umstellvorrichtungen), die Konstruktion der Verbindungsleitung zwischen Centralapparat und Weiche, bezw. Signal (s. Weichen und Signalleitung) und die Konstruktion des Apparats an der Centralstelle. Für die Brauchbarkeit der einzelnen Apparate ist übrigens die saubere und gewissenhafte Ausführung der Anlage von viel größerer Wichtigkeit, als die Besonderheiten des einzelnen Systems.

Bei jedem der verschiedenen Systeme lassen sich endlich zur Erhöhung der Betriebssicherheit die Signalhebel von einer vom Stellwerk entfernten Stelle (z. B. dem Stationsbureau) aus unter Verschluß legen, also die einzelnen Signale von der Disposition des Stationsbeamten abhängig machen (s. Blockeinrichtungen und Stellwerke). Wetz.

Centralkassen, Hauptkassen, die bei den Centralverwaltungsstellen bestehenden, den gesamten Geldverkehr der letzteren vermittelnden Kassen.

Centralmaterialverwaltung, s. Materialverwaltung.

Central Pacific-Eisenbahn. Diese Gesellschaft erhielt in Gemeinschaft mit der Union Pacific-Eisenbahn am 1. Juli 1862 den ersten Freibrief zum Bau einer Überlandbahn durch die Vereinigten Staaten. Sie sollte den westlichen Teil dieser Bahn von Sacramento (Californien) nach Osten zu bauen, während der östliche Ausgangspunkt der Union Pacific-Eisenbahn Omaha war. Der Kongreß unterstützte den Bau beider Bahnen durch eine Landschenkung von 20 Sektionen für jede Meile (die C. erhielt für 737,5 Meilen 9 440 000 Acker) und durch Gewährung eines zunächst an erster, später an zweiter Stelle hypothekarisch sichergestellten Regierungsdarlehens von — je nach den von der Bahn durchzogenen Gebieten — 16 000 Dollars, 32 000 Dollars und 48 000 Dollars für die Meile (für die C. 25 885 120 Dollars), für dessen Zinsen in Höhe von 6 % der Staat auf 30 Jahre die Bürgschaft übernahm. Die Bahn gab in entsprechender Höhe Bonds aus. Als Entgelt wurden dem Staat gewisse Vergünstigungen für Beförderung der Regierungstransporte (Post, Truppen u. dgl.) gewährt. Über ihre gegenseitigen rechtlichen und finanziellen Beziehungen besteht Meinungsverschiedenheit zwischen der Bahn und der Regierung der Vereinigten Staaten. Nach dem Freibrief

sollte die durchgehende Linie von Meer zu Meer am 1. Juli 1876 vollendet sein. Die Schienen der beiden Gesellschaften trafen aber schon am 10. Mai 1869 bei Ogden (Utah) zusammen. Die Beförderung von Sacramento nach San Francisco erfolgte zunächst zu Wasser, die Eisenbahn auf dieser Strecke wurde später vollendet. Durch weiteren Ausbau und Ankauf kleiner Linien vergrößerte die Gesellschaft ihr Netz bis 1888 auf 2190 km. Seit dem 1. April 1885 hat sie sich im Weg der Verpachtung auf 99 Jahre mit der Southern Pacific-Eisenbahn (s. d.) verschmolzen. v. d. Leyen.

Centralsaldierungsbureau, s. Abrechnung.

Centralspurbahn, s. Einschienenbahn.

Centralturm, s. Weichenturm.

Centralverwaltung, der Inbegriff derjenigen Geschäfte, welche in den Wirkungskreis der obersten ausführenden Dienststelle eines Staats- oder Privateisenbahnunternehmens fallen.

Centralverwaltung für Sekundärbahnen (H. Bachstein), s. Bachstein'sche Sekundärbahnen.

Centralwagenabrechnungsbureau, eine bei der kgl. Eisenbahndirektion in Magdeburg mit dem Sitz daselbst errichtete Dienststelle, welche für die preußischen Staats- und unter Staatsverwaltung stehenden Privatbahnen, sowie für andere, diesem Bureau beigetretene deutsche Bahnen (Reichseisenbahnen in Elsaß-Lothringen, Oldenburger Staatsbahnen, Weimar-Geraer und Saal-Eisenbahn) die Wagenmieteabrechnung mit den übrigen Bahnen des deutschen Eisenbahnvereins und des internationalen Wagenverbands besorgt.

Durch die Errichtung des C. wird in den durch das Vereinswagenregulativ den fremden Bahnen gegenüber konstituierten Rechten und Pflichten im allgemeinen nichts geändert.

Centralwerkstätten, Hauptwerkstätten, große, zumeist der Centralverwaltungsstelle unmittelbar unterstellte Werkstätten, in denen der Neu- und Umbau von Tendern und Wagen, sowie die sogenannten Hauptreparaturen an Lokomotiven, dann größere Reparaturen an Wagen vorgenommen werden. Die Bezeichnung C. kommt beispielsweise in Bayern vor; es bestehen daselbst C. in München, Regensburg und Nürnberg; an der Spitze derselben stehen Obermaschinenmeister mit dem Rang von Kollegialmitgliedern der Generaldirektion.

Centre, Chemin de fer du, früher Privateisenbahn, gegenwärtig ein Teil der belgischen Staatsbahnen, wurde mit kgl. Entschließung vom 27. September 1853 (Gesetz vom 20. Dezember 1851, bezw. 15. Juni 1853) für die Linie von Ecaussines über Baume und Binche gegen Erquelines konzessioniert. Die Gesellschaft konstituierte sich alsbald unter der Firma Société anonyme du chemin de fer du Centre mit einem Anlagekapital von 7½ Mill. Frcs. und erhielt am 3. September 1853 die staatliche Genehmigung. Der Gesellschaft wurden ferner konzessioniert die Linien Baume-Marchienne au Pont (kgl. Entschließung vom 13. Juni 1859) und Piéton-Leval (kgl. Entschließung vom 4. September 1865). Das Netz wurde endlich erweitert durch den erfolgten Ankauf der Industriebahnen von Monceau-Fontaine (1864), Monceau-Sambre (1865) und durch den Ausbau von Zweigbahnen zur Verbindung der Kohlenwerke.

Die Strecke Baume-Ecaussines wurde stückweise am 2. August 1857, bezw. 20. Februar 1860, jene von Baume nach Marchienne au Pont vom 7. Januar bis 1. Juni 1865 vollendet, die Anschlußgleise am 1. September 1864, bezw. Februar 1866. Das Stück Piéton-Leval gelangte am 17. Februar 1868 zur Eröffnung. Die Länge des einspurigen Netzes beträgt 83,2 km, hiervon 23 km Anschlußgleise, welche bloß für den Güterverkehr bestimmt sind. Auf der ganzen Linie sind 14 Stationen errichtet.

Die Gesellschaft der Eisenbahn du Centre hat mit verschiedenen Eisenbahnverwaltungen Betriebsverträge geschlossen. Mit Vertrag vom 30. März 1867 trat die Société des Bassins Houillers du Hainaut in die Rechte und Pflichten der Eisenbahn du Centre. Die Eisenbahn du Centre stand im Betrieb der Société générale d'exploitation und wurde auf Grund der Konvention vom 25. April 1870 mit 1. Januar 1871 von der Société des Bassins Houillers du Hainaut an die Staatsverwaltung übergeben (s. Belgische Staatsbahnen). Hubert.

Centrierapparate (*Centre-punching apparatus*, pl.; *Centreurs*, m. pl.) (Centrierwerkzeuge und -Maschinen), Vorrichtungen zum Centrieren, d. i. zum Bestimmen der geometrischen Drehachse eines Rotationskörpers.

Das Centrieren ist insbesondere bei Gegenständen erforderlich, welche auf der Drehbank bearbeitet werden, um beim Abdrehen derselben einen unnötigen Materialverlust zu vermeiden.

Das Centrieren geschieht entweder durch Anarbeiten der Centren auf den Stirnflächen der abzudrehenden Gegenstände oder durch centrisches Einspannen derselben in geeigneten Vorrichtungen.

Zur Herstellung der Drehungsmittelpunkte kleiner Gegenstände bedient man sich der sogenannten Körner (Stahlstäbe mit kegelförmigen Spitzen).

Körner werden sowohl die Werkzeuge, mit welchen man die konische Vertiefung einschlägt, als auch diese selbst genannt. Die Manipulation heißt „körnen“ oder „ankörnen“.

Das Centrieren mittels der Körner erfolgt am einfachsten in der Art, daß man an drei möglichst weit voneinander abstehenden und gleichweit von der Peripherie entfernten Stellen der Stirnfläche Körner einschlägt, von welchen mit einem Spitzzirkel unter gleicher Zirkelöffnung Bogenstücke aufgerissen werden; in der Mitte des hierdurch gewonnenen Bogendreiecks wird der Centrumkörner eingeschlagen.

Ein anderes einfaches Centrierwerkzeug ist ein Anschlagwinkel, dessen Schenkel 90° einschließen, mit einem dritten Schenkel *a*, welcher unter 45° geneigt ist, Fig. 450.

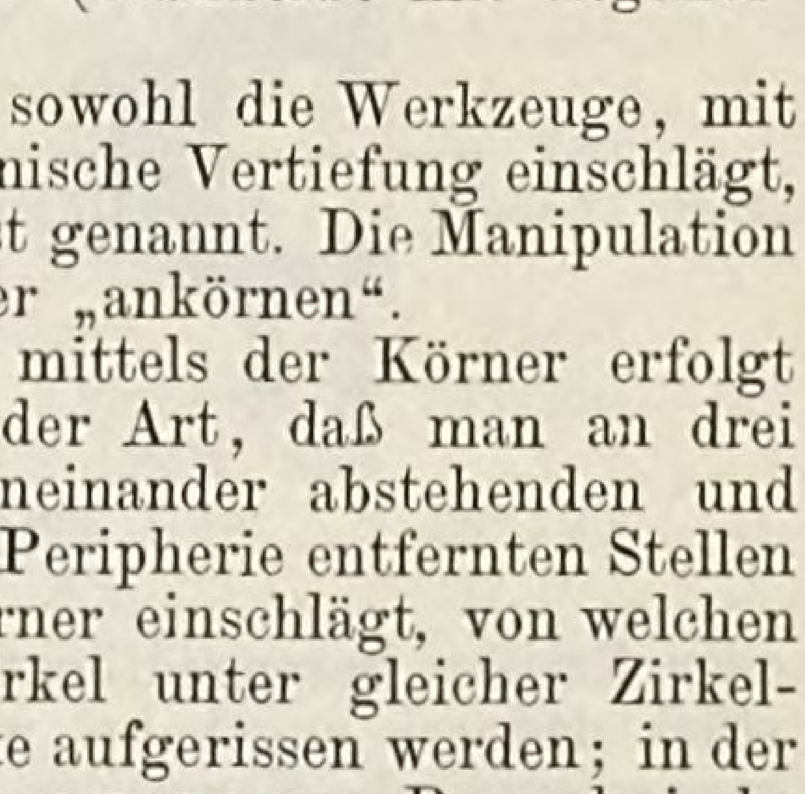


Fig. 450.

Der Anschlagwinkel wird dreimal in möglichst verschiedenen Lagen angelegt, in jeder Lage längs des Schenkels *a* ein Strich mit der Reißnadel angerissen und in der Mitte des hierdurch gewonnenen Dreiecks der Centrumkörner

eingeschlagen. Für größere und schwerere Gegenstände werden zum Einbohren oder Anfraisen der konischen Vertiefungen, deren Spitzen die geometrischen Drehachsen bilden, eigene Centriermaschinen verwendet.

Die Centriermaschinen Fig. 451 bestehen im wesentlichen aus einem auf zwei oder drei Füßen ruhenden Bett *b*, einem darauf feststehenden Spindelstock *a* mit Fest- und Losscheibe zum direkten Antrieb von der Transmission, einem kräftigen Centriersupport *c*, dessen Einspannbacken *d* durch eine links- und rechtsgängige Schraubenspindel mit Räderübersetzung bewegt werden, und einem vertikal verstellbaren Setzstock *e* zur Unterstützung längerer Arbeitsstücke.

Der Vorschub des Bohrers *i* oder Fraisers erfolgt durch einen Hebel *f* von der Hand.

Das zu centrierende Arbeitsstück wird im Support festgespannt, wodurch es genau centrisch gehalten wird, so daß, wenn der Bohrer oder Fraiser herangedrückt und das Arbeitsstück dadurch angebohrt wird, dasselbe sowohl genau centrische Körnervertiefungen erhält, und wenn es überhaupt rund und gerade ist, in die Drehbank eingespannt rundläuft, als auch die Stirnflächen um den Körner herum abgefraist werden.

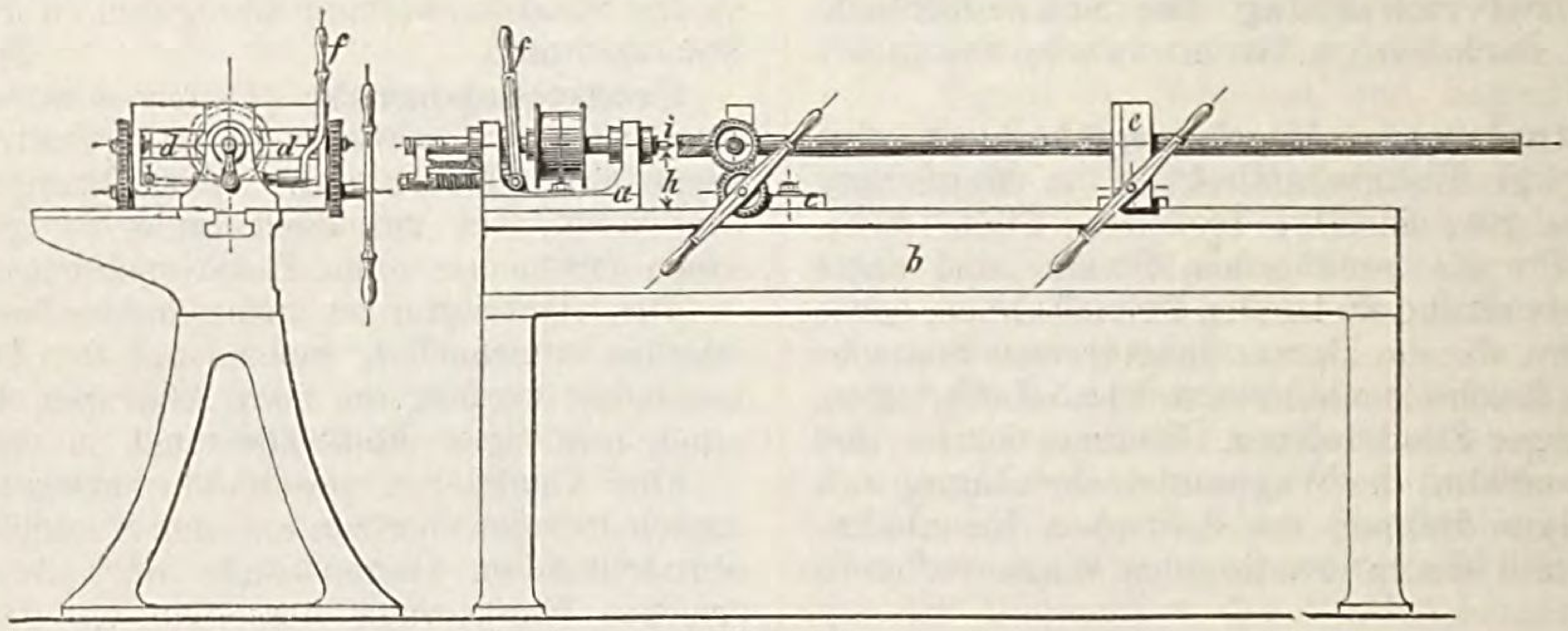
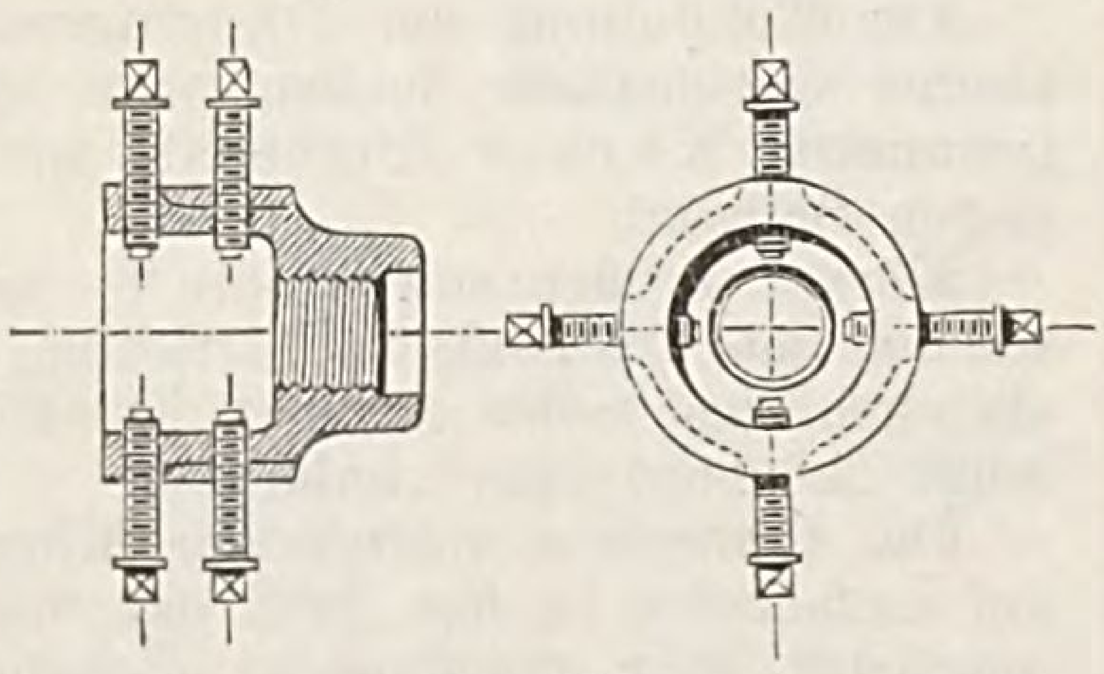


Fig. 451.


Fig. 452.

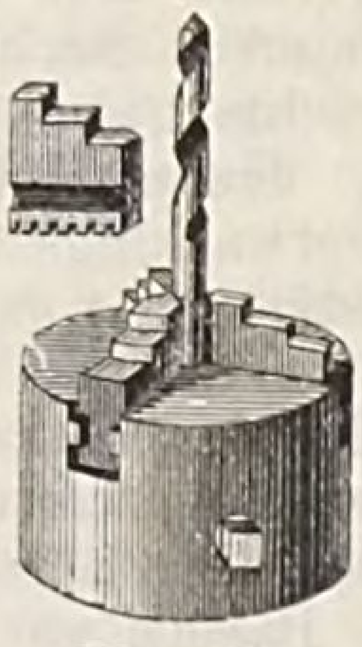

Fig. 453.


Fig. 454.

Letzteres ist wegen des vorkommenden Verlaufens der Körner von besonderem Vorteil bei Arbeitsstücken, welche viel Dreharbeit erfordern.

Für Wellen, Stangen, Bolzen, Schrauben u. dgl. werden diese Maschinen mit einer Spitzenhöhe *h* von circa 130 mm, einer Bettlänge von 1700 mm und einer Bohrerverschiebung von 35 mm ausgeführt.

Zum Centrieren und Anbohren von Lokomotiv-, Tender- und Wagenachsen werden diese Maschinen kräftiger gebaut, mit einer Spitzenhöhe bis 315 mm, einer Bettlänge von 3500 und Bohrerverschiebung von 40 mm.

Die letztere Gattung wird auch als Doppelcentriermaschine mit zwei Spindelstöcken, zwei Centriersupporten bei einer größten Weite zwischen den Bohrerspitzen von circa 2500 mm ausgeführt, um gleichzeitig die Arbeitsstücke an beiden Seiten anbohren zu können, und zwar eine Seite unabhängig von der andern.

Die vorbeschriebenen Centriermaschinen dienen auch zum Abfraisen von Achsen, Wellen, Kolben, Schieberstangen, Schraubenköpfen, Schraubenenden u. dergl.

Zu den Centriervorrichtungen, bei welchen das Centrieren lediglich durch das Einspannen bewirkt wird, gehören die Bohrfutter, Universaleinspannfutter und Universalplanscheiben, wobei mittels radial verstellbarer Klemmschrauben oder Backen das centrische Feststellen der abzudrehenden Gegenstände auf der Drehbank bewerkstelligt wird.

Das B o h r f u t t e r ist ein auf die Drehbankspindel aufgeschraubter Hohlcylinder, in welchen das zu centrierende Arbeitsstück eingeführt und verkeilt wird.

Der B o h r k o p f, Fig. 452, besteht ebenfalls aus einem Hohlcylinder, der auf die Drehbankspindel aufgeschraubt wird, jedoch anstatt der Keile sechs bis acht Schrauben, und zwar je zwei in einer Reihe besitzt, welche durch radiale Verstellung das centrische Einspannen besorgen.

Sehr zweckmäßige Centriervorrichtungen sind die sog. U n i v e r s a l e i n s p a n n f u t t e r, Fig. 453 u. 454. Diese werden auf die Drehbankspindel direkt aufgeschraubt oder auf der Plan- oder Mitnehmerscheibe der Drehbank befestigt und bestehen meist aus scheibenförmigen und cylindrischen Teilen, in welchen drei oder vier vollkommen gleichmäßig und gleichzeitig radial verschiebbare Spannbacken gelagert sind. In der Regel werden die Spannbacken durch Schnecken- oder Schraubenspindeln im Verein mit Schrägrädern gegen das Mittel vorgeschoben oder von demselben zurückgezogen, was dem Ein-, resp. Ausspannen des Arbeitsstücks entspricht. Durch Drehung einer solchen Schnecke

oder Schraubenspindel werden stets alle Backen gleichzeitig radial bewegt und die Centrierung selbstthätig bewirkt.

Manche Universalspannvorrichtungen besitzen einen Spannring mit spiralförmig gewundener Führungsleiste (Schnecke), bei dessen Drehung die Backen gleichzeitig und gleichmäßig radial verschoben werden. Die Backen haben auf der Rückseite Zähne, welche in die Schnecke eingreifen; außerdem ist jeder Backen unabhängig von den übrigen verstellbar.

Für größere scheibenartige Arbeitsstücke, wie z. B. Dampfcylinderdeckel, Kolbenkörper u. dgl., für welche weder Bohrköpfe noch

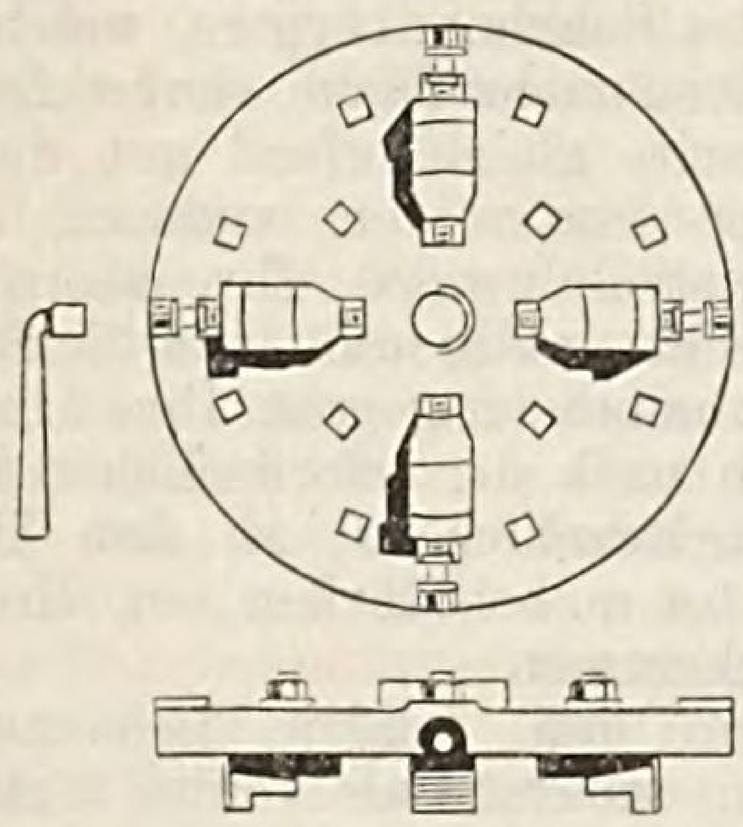


Fig. 455.

Universaleinspannvorrichtungen verwendet werden können, dienen Planscheiben mit durch Schraubenspindeln radial verstellbaren Einspannbacken. In der Regel werden diese unter dem Namen Universalplanscheiben, Fig. 455, bekannten Maschinenteile mit vier voneinander unabhängig verstellbaren Backen ausgerüstet und besitzen außerdem wie andere Planscheiben Schlitze, um unregelmäßige Arbeitsstücke auch bloß mit Schrauben und Überlegeisen oder Haken aufspannen zu können.

Neblinger.

Centrifugalbagger, eine besondere Art Erdförderungsmaschine, s. Bagger.

Centrifugalgebläse, s. Gebläse.

Centrifugalpumpen, s. Pumpen und Wasserstationen.

Centrifugalventilator, s. Gebläse.

Centrumbohrer, s. Bohrapparate.

Ceylon, s. Asien V, S. 159.

Cezanne, Ernst Louis Joseph, geboren zu Embrun am 25. März 1830, gest. am 21. Juni 1876 in Tours, projektierte die rühmlichst bekannt gewordene Brücke bei Szegedin zur Übersetzung der Theiß mittels acht eiserner Bögen, jeder zu 41,48 Spannweite, aufgebaut auf gußeisernen rohrförmigen Säulen, die durch Anwendung komprimierter Luft fundiert wurden. Eherne Brückenbögen, pneumatische Fundierung, das waren in dieser Epoche nahezu neue Dinge. Englische Konstrukteure refusierten die Durchführung, indessen hat sich E. Guin, freilich nicht ohne Zaudern, zur Ausführung des Unternehmens entschlossen.

In 21 Monaten war die Szegediner Brücke vollendet.

Im Jahr 1858 erhielt Guin von der großen Gesellschaft der russischen Eisenbahnen die Aufgabe des Studiums und der Ausführung der eisernen Kunstbauten, welche auf der 1100 km langen Linie von St. Petersburg nach Warschau mit Abzweigung nach der preußischen Grenze zu errichten waren, und bewog C., sich an dem Unternehmen zu beteiligen. Die nach jeder Hinsicht bedeutenden Arbeiten gaben zu Konstruktionen sehr bemerkenswerter Brücken Anlaß; insbesondere der Brücken über den Yemen bei Kowno und über denselben Fluß bei Grodno.

1863 war C. Betriebschef der Südbahn in Bordeaux, Ende 1869 wurde er Generaldirektor der ottomanischen Eisenbahnen, 1875 Minister für öffentliche Arbeiten.

Chabotte, Unterlage des Amboßes, s. Dampfhammer.

Chamottesteine, künstliche Steine aus feuerfestem Thon, welche besonders zur Herstellung von Feuerungsanlagen dienen (s. Kunststeine).

Chappe, Claude, geboren 1763 in Mans in Frankreich, gestorben 1805 als erster Direktor der französischen Telegraphen, gilt mit seinem Bruder Ignaz, welcher nach dem Tod des ersteren ebenfalls Direktor der Telegraphen war, als Erfinder der optischen Telegraphie mittels Semaphoren. Die erste Linie mit 20 Stationen wurde zwischen Paris und Lille hergestellt und 1793 in Betrieb genommen.

Charkow-Asow, s. Kursk-Charkow-Asow

Charkow-Nikolajew-Eisenbahn, im südlichen Rußland gelegene, am 24. August 1868 konzessionierte Privateisenbahn mit dem Sitz der Betriebsdirektion in Krementschug. Spurweite 5 engl. Fuß = 1,524 m. Im Jahr 1881 wurde die Bahn, deren Aktienkapital bereits zu vier Fünftel in Händen der Regierung sich befand, vom Staat übernommen. Sie führt von der Stadt Charkow über Ljubotin und Snamenka nach Nikolajew, ferner von Snamenka nach Elisabethgrad und endlich von Woroschba über Ljubotin nach Merefa. Anschlüße in Charkow und Merefa an die Kursk-Charkow-Azow-Bahn, in Woroschba an die Kursk-Kiewer Bahn, in Snamenka an die Fastower Bahn und in Elisabethgrad an die Süd-West-Bahn. Die C. ist in folgende fünf Sektionen eingeteilt.

	Länge
I. Charkow-Krementschug ...	243,187 Werst
II. Krementschug-Krjukow mit der Dnieprbrücke	2,500 „
III. Elisabethgrad-Krjukow ...	134,566 „
IV. Snamenka - Nikolajew und Flügelbahn zum Bug....	223,190 „
V. Merefa-Woroschba	227,700 „
Summe	831,143 Werst

= 886,663 km.

Eröffnet wurde Elisabethgrad bis Brailowka 8. Oktober 1869, bis Krjukow 25. März 1872, bis Malaja Pereschtschepinskaja 1. August 1870, bis Charkow 15. Juni 1871. Snamenka-Nikolajew 20. August 1873, Merefa bis Belopolje 8. Januar 1878, bis Woroschba 22. Januar 1878. Krementschug-Elisabethgrad, als Teil der ehemaligen Odessaer Bahn von der Regierung gebaut, ging am 1. Juni 1872 an die C. über.

Der Unterbau ist für zwei Gleise angelegt, der Oberbau und die Dnieprbrücke sind eingleisig. Minimalradius 300 Saschen = 640 m, Maximalsteigung 0,008 in der I.—IV. und 0,01 in der V. Sektion. Oberbau: Stahlschienen zu $21^2/_3$ engl. Pfd. pro laufenden engl. Fuß, teilweise auch noch Eisenschienen zu 24 und 26 Pfd. Größtes Bauwerk: Dnieprbrücke bei Krementschug. Gitterbrücke von 11 Öffnungen zu 87,5 m. Der Fahrpark bestand Ende 1886 aus 194 Lokomotiven, 247 Personen- und 3967 Güter- und

anderen Wagen, das Anlagekapital betrug 71 842 739 Rub. Die finanziellen Betriebsergebnisse der C. haben sich unter der Staatsverwaltung wesentlich gebessert und sind namentlich die Kosten der Centralverwaltung gesunken. Im Jahr 1886 betrugen die Einnahmen 5 984 407 Rub., die Ausgaben 4 427 480 Rub., was einem Betriebskoefficienten von 73,98 % entspricht (s. a. Russische Staatsbahnen).

Askenasy.

Charleroi - Erquelines, Privateisenbahn Belgiens, wurde mit königl. Entschließung vom 28. Mai 1845 (Gesetz vom 21. Mai 1845) für eine Eisenbahnlinie von Erquelines nach Marchienne (Station der belgischen Staatsbahnen) konzessioniert. Die Gesellschaft konstituierte sich unter der Firma Société du chemin de fer de Charleroi à la frontière française mit einem Gesellschaftskapital von 13 Mill. Frs. und erhielt unterm 10. August 1845 die staatliche Genehmigung. Die Regierung garantierte dem Unternehmen gemäß einer königl. Entschließung vom 29. Januar 1852 für zehn Jahre ein Reinerträgnis von 5 % von einem Kapital von 1 800 000 Frs. Die Linie C. (28,5 km) wurde am 6. November 1852 dem Betrieb übergeben. 26,7 km sind doppelgleisig, 1,8 km eingleisig ausgeführt. Die Bahn besitzt acht Stationen. Mit Vertrag vom 3. November 1854 hat die Gesellschaft die Linie von Bail bis zum Anschluß an die französische Nordbahn an diese abgetreten (s. Nord belge). Hubert.

Charter, Freibrief, ist in den Vereinigten Staaten von Amerika eine Äußerung der Staatsgewalt, durch welche einer Anzahl von Personen, die sich zum Zweck einer Unternehmung, einer Handelsgesellschaft, insbesondere auch zur Anlage einer Eisenbahn vereinigen, die juristische Persönlichkeit, das „right of corporation“ verliehen wurde. Diese Verleihung erfolgt entweder durch einen besonderen Akt der Gesetzgebung oder in der Weise, daß sich die betreffende Gesellschaft den allgemeinen, meist formalen Bedingungen, welche zur Erlangung eines Freibriefs vorgeschrieben sind, ausdrücklich unterwirft, worauf sie in die öffentlichen Bücher eingetragen (*filed*) wird. In den Vereinigten Staaten bedarf eine jede Eisenbahn zu ihrer Entstehung eines C., welcher sowohl von den einzelnen Bundesstaaten für die innerhalb ihrer Gebiete belegenen Strecken, als auch von der Bundesstaatsgewalt als solcher erteilt wird. Von letzterer haben z. B. die Mehrzahl der Überlandbahnen ihren Freibrief erhalten. Die bundesstaatlichen Freibriefe für Eisenbahnen werden durch ein Bundesgesetz erteilt (vgl. Rorer, A Treatise on the law of Railways, Chicago 1884, Kap. II, S. 12—47. The Charter und Kap. III, S. 48—92. The Corporation.)

v. d. Leyen.

Chauny à St. Gobain (15 km), Privateisenbahn im nordöstlichen Frankreich, am 23. April 1856 konzessioniert, am 2. Januar 1861 eröffnet, steht gegenwärtig im Betrieb der französischen Nordbahn, Bei Chauny und Rond d'Orléans hat die C. Anschluß an die betriebführende Verwaltung. 1887 betrugen die Einnahmen 317 419, die Ausgaben 206 191 Frs.; Betriebskoefficient 65 %.

Chaussierung, eine Konstruktion des Fahrbahnkörpers gewöhnlicher Steinstraßen, wie sie auch im Eisenbahnbau an den Überkreuzungsstellen von Bahnen und Straßen, für Längswege seitlich der Bahn oder auch für Plätze auf Bahnhöfen und auf Straßenbahnen zur Ausführung kommt. Man unterscheidet chaussierte Fahrbahnen mit Grundbau und solche ohne Grundbau.

Chaussierte Fahrbahnen mit Grundbau.

Bei solchen wird der Fahrbahnkörper in der Regel seitlich durch die Rand- oder Leistensteine begrenzt, welche den Zweck haben, denselben zusammenzuhalten und außerdem als Richtungslinien bei der Straßenerhaltung zu dienen. Es sind dies Natursteine, mindestens von der Höhe des Fahrbahnkörpers, welche lotrecht oder zur Straßenoberfläche senkrecht und mit ihrer Langseite gleichlaufend mit der Straßenachse, einer hinter dem anderen, in Reihen zusammengestellt werden. Ihre obere Fläche ist eben und rechtwinklig und sind die Stoßflächen thunlichst aneinander gepaßt. Ihre Abmessungen richten sich nach der erforderlichen Stärke des ganzen Fahrbahnkörpers, so daß Höhen von etwa 0,3—0,4 m bei Stärken von circa 0,15 bis 0,25 m vorkommen.

Zwischen den beiden Leistensteinreihen kommt zu unterst als erste Schichte der Grundbau oder das Gestück, eine Schichte Bruchsteine von 0,15—0,20 m Höhe, welche hochkantig gestellt, die breitere Schmalseite nach unten, die Längenabmessung quer zur Straßenrichtung, dicht aneinander in Verband gesetzt, hierauf durch Abhauen der hervorragenden Stücke auf gleiche Höhe gebracht und schließlich gegenseitig verkeilt werden. Der Zweck eines solchen Grundbaus ist, eine gute Verteilung des Drucks auf die Einschnittsohle oder die obere Fläche des Dammkörpers zu erzielen und dadurch das Einsinken des Fahrbahnkörpers, namentlich bei weicherem Untergrund, zu verhüten. Gerade hierzu aber empfiehlt sich die beschriebene gegenseitige Verspannung der Grundbausteine, während sich das früher zuweilen beliebte flache Einlagern plattenartiger Steine auf der Sohle des Fahrbahnkörpers nicht bewährt hat.

Der Raum oberhalb des Grundbaus bis zur Straßenoberfläche wird durch die Decklage (Beschotterung) ausgefüllt, welche eine Schichte kleingeschlagener Steine, weniger gut eine solche aus Geröll oder Kies darstellt. Zuweilen führt man sie in zwei Teilen aus, indem man unten auf etwa zwei Drittel der Decklagenhöhe gröberes, darüber aber feineres Material aufbringt, oder zuerst weniger gutes, oben auf aber das beste, widerstandsfähigste Deckmaterial. Wünschenswert ist es, daß jede Schichte oder die ganze Decklage aus ziemlich gleich großen Stücken bestehe. Der Schlägelschotter oder das Kleingeschläg wird zumeist durch Handarbeit hergestellt, doch kommen auch Maschinen zum Zerkleinern der Steine (s. Steinbrechmaschinen) in Verwendung. Erdige Beimengungen sollen in der Decklage nicht vorkommen. Was die Größe des Schotters in der Decklage betrifft, so richtet sich dieselbe hauptsächlich nach der Güte des vorhandenen Steinmaterials. Je härter dasselbe ist, desto kleiner können im allgemeinen die Brocken sein. Ein Durchschnittsmaß für deren Durchmesser wäre 5 cm.

Die aufgebrachte Decklage wird häufig künstlich gedichtet; denn während sie nach

einer solchen Zubereitung nur 20—30% Hohlräume enthält, erreichen dieselben das Zwei- bis Dreifache in der einfach aufgeschütteten Masse. Es wird zwar in dem letzteren Fall auch nach und nach eine Verdichtung durch die Fuhrwerke herbeigeführt, allein es geht dabei zuweilen Schottermaterial in Verlust, die Fahrzeuge leiden darunter und die Bewegungshindernisse sind in der ersten Zeit übermäßig groß. Zur Bindung der Schotteroberfläche werden auch geringe Mengen sandigen oder thonigen Materials aufgebracht. Als Mittel zur künstlichen Dichtung dienen die Straßenwalzen, welche entweder mit Pferden oder Dampf betrieben werden (s. Straßenwalzen).

Chaussierte Fahrbahnen ohne Grundbau.

Ist der Untergrund der Straßenbahn sehr widerstandsfähig oder sind die Steine für den Grundbau schwer zu beschaffen, so kann dieser wegbleiben und man hat dann sogenannte Schotterstraßen oder makadamisierte Straßen vor sich. Letzterer Name ist von dem englischen Ingenieur Mac Adam abgeleitet, welcher den Fahrbahnkörper seiner chaussierten Straßen ohne Leistensteine und Grundbau, nur aus sehr sorgfältig klein geschlagenen Steinen bildete und auch mit dieser leichten Konstruktion bei mäßigen Achsenbelastungen der Fuhrwerke, unter günstigen klimatischen Verhältnissen und bei sorgfältig geleiteter Straßenunterhaltung sehr günstige Ergebnisse erzielte.

Bei den Schotterstraßen besteht also der ganze Fahrbahnkörper aus Kleingeschläg oder Kies und für seine Ausführung gilt alles schon oben für die Grundbaustraßen Gesagte.

Unter der umfangreichen einschlägigen Litteratur sei hier nur auf Heusinger von Waldegg, Handbuch der Ingenieurwissenschaften, und zwar auf Kap. VI des I. Bands, Straßenbau, bearbeitet von Laißle, verwiesen, woselbst andere Litteraturangaben zu finden sind. Loewe.

Chemikalien nennt man diejenigen Materialien, welche nicht Naturprodukte oder aus diesen durch mechanische Bearbeitung, Zerkleinerung, Reinigung, Mischung u. dgl. oder durch Hüttenprozesse gewonnen sind, sondern in chemischen Fabriken durch chemische Prozesse aus Rohstoffen, also durch Auflösen, Scheiden, Destillieren, Sublimieren, Herbeiführen von Verbindungen etc. dargestellt werden. Für die Eisenbahnmaterialienverwaltung sind insbesondere diejenigen Chemikalien, welche als Desinfektionsmittel, zur Holzkonservierung, zur Füllung der galvanischen Elemente, sowie für manche Werkstattszwecke gebraucht werden, von Bedeutung. Dies sind hauptsächlich Säuren und Salze (s. die besonderen Artikel).

Chemnitz-Aue-Adorfer Eisenbahn, ehemals Privateisenbahn, seit 1876 verstaatlicht, s. Sächsische Eisenbahnen.

Chemnitz-Kommotauer Eisenbahn (Flöhathalbahn, Flöha-Reitzenhain), ehemals Privateisenbahn, seit 1876 verstaatlicht, s. Sächsische Eisenbahnen.

Chemnitz-Riesaer Eisenbahn (erzgebirgische Eisenbahn), ehemals Privateisenbahn, 1848 verstaatlicht, s. Sächsische Eisenbahnen.

Chemnitz-Würschnitzer Eisenbahn, (Wüstenbrand-Lugau), ehemals Privateisenbahn unter Staatsverwaltung, seit 1882 verstaatlicht, s. Sächsische Eisenbahnen.

Cheshire Lines Committee (135 engl. Meilen = 217,32 km), Privateisenbahn im nordwestlichen England mit dem Sitz der Direktion in Manchester, wurde von den drei Eisenbahngesellschaften der Manchester, Sheffield and Lincolnshire, der Great Northern und der Midland auf Grund der Genehmigung des Parlaments vom 5. Juli 1865 begründet. Zu diesem Zweck wurden in den Jahren 1865 und 1866 neun schon bestandene Eisenbahnen erworben und dieselben zu dem neuen Unternehmen vereinigt. Es waren dies die Eisenbahnen von Woodley nach Stockport ($2^1/_2$ Meil.), von Stockport nach Altrincham (9 Meil.), von Altrincham nach Northwich ($12^3/_4$ Meil.), von Northwich nach Helsby mit Abzweigungen nach Winsford und Winnington ($22^3/_4$ Meil.), von Garston nach Liverpool (4 Meil.), von Liverpool nach Liverpool Central Station ($1^3/_4$ Meil.), ferner die Bahn von Cornbrook nach Garston und von Timperley nach Glazebrook ($36^1/_2$ Meil.), von Godley nach Woodley (2 Meil.) und von Mouldsworth nach Chester ($7^3/_4$ Meil.).

Die Bestätigung der C. als selbständiges Unternehmen erfolgte durch Parlamentsakte vom 15. August 1867. In den folgenden Jahren wurden der C. noch drei Bahnen einverleibt, und zwar die Northwich Salt Branches ($3^3/_4$ Meil.), die Liverpool North Extension (15 Meil.) und die Warrington Straight Line ($2^1/_4$ Meil.). Am 25. Juni 1885 schloß die C. einen Betriebsvertrag mit der Eisenbahn Southport and Cheshire Lines Extension (14 Meil.), welche am 11. August 1881 konzessioniert, von Aintree Junction nach Birkdale und Southport gebaut und für den Gesamtverkehr am 1. Juni 1885 eröffnet wurde. An Kunstbauten ist der Bahnhof in Manchester (Manchester Central Station) zu erwähnen, welcher am 1. Juli 1880 vollendet wurde.

Das Anlagekapital beträgt 9 952 476 Pfd. Sterl. und ist zu gleichen Teilen auf die oberwähnten drei Gesellschaften verteilt, welche die C. begründet haben. Im Jahr 1888 beliefen sich die Einnahmen auf 695 989 Pfd. Sterl., die Ausgaben auf 535 378 Pfd. Sterl.; Betriebskoefficient 77%. Dr. Ziffer.

Chevalier, Michel, ausgezeichneter französischer Schriftsteller und Nationalökonom, geboren 13. Januar 1806 zu Limoges, gestorben 28. November 1879 in Montpellier, besuchte das dortige Collège, dann die polytechnische Schule in Paris und 1825 eine bergmännische Bildungsanstalt; kurz vor der Julirevolution erhielt er eine Stelle als Ingenieur im Norddepartement.

1832 erhielt C. den Auftrag von der Regierung das Kanal- und Straßenbauwesen Nordamerikas zu studieren. Über die Ergebnisse dieser, in den Jahren 1833—1835 unternommenen Reise, welche er bis Mexiko und Cuba ausdehnte, lieferte er im „Journal des débats" Berichte unter dem Titel „Lettres sur l'Amérique du Nord (Paris 1836).

Sein Augenmerk war fortan vornehmlich auf Hebung des Eisenbahnwesens in Frankreich gerichtet. Von seinen Schriften sind zu erwähnen: „Histoire et description des voies de communication aux États Unis (Paris 1840 bis 1842). C. gab auch einen vortrefflichen raisonierenden Bericht über die Pariser Weltausstellung im Jahr 1867 heraus.

Chicago and Northwestern-Eisenbahngesellschaft, eine der größten Eisenbahnen der Vereinigten Staaten. Die von ihr beherrschten Linien hatten 1889 einen Umfang von ungefähr 10 500 km, wovon ihr 6778 km gehören. Die Bahn erstreckt sich durch sechs Staaten und zwei Territorien der Union, von Chicago nach dem Oberen See, nach St. Paul und nach Council Bluffs, von Winona durch Minnesota und Dacota bis zum Missouri nach Pierre; von Sioux City durch ganz Nebraska bis herein nach Wyoming; vom Oberen See von der Stadt Superior und südwestlich durch St. Paul und Minneapolis bis nach Omaha. Die ersten Strecken der Bahn sind von den Staaten Illinois und Wisconsin am 12. Februar und 11. März 1851 konzessioniert zum Bau einer Linie von Chicago in nordwestlicher Richtung durch Illinois und Wisconsin. Erst allmählich im Lauf der Zeit hat sich die Gesellschaft durch Ankauf, bezw. Pacht verschiedener benachbarter und anschließender Strecken zu der gegenwärtigen Größe entwickelt. Sie hat in den letzten Jahren Dividenden sowohl für ihre Stammprioritäts- als ihre Stammaktien gezahlt. Die größte der von ihr beherrschten Bahnen ist die Chicago-St. Paul-Minneapolis- und Omaha-Eisenbahn (2254 km). Die Mehrheit der Aktien dieser Bahn wurde von ihr Ende 1882 erworben.

v. d. Leyen.

Chicago-Burlington- and Quincy-Eisenbahn, eine der größten, leistungsfähigsten und ertragreichsten, die mittleren Staaten der Union, Illinois, Jowa, Missouri, Nebraska, Kansas und Colorado durchziehenden Eisenbahnen. Ihre Stammlinie geht von Chicago nach Denver; Seitenlinien erstrecken sich nach allen Richtungen. Das gesamte, von ihr betriebene Netz hatte Ende 1888 eine Ausdehnung von 7916 km. Die erste, kleine Strecke der Bahn (Galena nach Mendota, 60 km) wurde 1853 gebaut. Der Umfang vergrößerte sich hauptsächlich durch Verschmelzung mit anderen kleineren und größeren Bahnen, deren Netze dann mit den Linien der Hauptbahn durch Zweigbahnen in Schienenverbindung gebracht wurden. Außer den in ihrem Eigentum befindlichen verwaltet die Gesellschaft noch verschiedene andere Bahnen, welche sie gepachtet hat oder durch großen Aktienbesitz beherrscht.

v. d. Leyen.

Chicago-Milwaukee- and St. Paul-Eisenbahn. Die Stammlinie dieser, am 31. Dezember 1888 9142 km langen Eisenbahn ist die Linie von Milwaukee am Michigan-See nach St. Paul. Die Gesellschaft bildete sich unter der Firma Milwaukee- und St. Paul-Eisenbahn am 5. Mai 1863. Sie erwarb nach und nach mehrere Strecken der zwischen Milwaukee und Chicago belegenen Eisenbahnen; die Bahn Chicago-St. Paul über Milwaukee (650 km) ist jetzt noch die Grundlinie des Netzes, welches die Staaten Wisconsin, Illinois, Jowa, Minnesota und Dacota durchschneidet. Die Bahn gehört zu den leistungsfähigsten und ertragreichsten Netzen der Vereinigten Staaten. v. d. Leyen.

Chicago-Rock-Island- und Pacific-Eisenbahn, verbindet Chicago über Rock-Island mit der Union-Pacific-Eisenbahn bei Council Bluffs (800 km) und hat außerdem verschiedene Zweiglinien, hauptsächlich in Kansas. Ihre Gesamtlänge betrug am 1. April 1888 2460 km. Sie erhielt ihre erste Konzession vom Staate Illinois am 7. Februar 1851 und wurde von Chicago bis Rock-Island (am Mississippi) am 20. Juli 1854 eröffnet. Während die Bahn anfänglich sehr reiche Erträge abwarf, haben sich die Reineinnahmen mit der Vergrößerung ihres Netzes und infolge des Baus zahlreicher Konkurrenzbahnen später vermindert, genügten aber auch in den letzten Jahren noch zur Zahlung angemessener Dividenden.

v. d. Leyen.

Chicago, St. Louis and New-Orleans-Eisenbahn gehört seit 1. Januar 1883 der Illinois-Central-Railway (s. d.).

Chili, s. Amerika, XX, vgl. a. Archiv 1888, S. 86 ff., und Archiv 1889, S. 531 ff.

Chimay-Eisenbahn (Chemin de fer de Chimay), 59,868 km, belgische Privateisenbahn, welche von Hastière nach der französischen Grenze (Anor) führt. Die dem Fürsten von Chimay und Konsorten im Jahr 1850 erteilte Konzession zur Herstellung einer Bahnverbindung zwischen Marienbourg und Chimay, nebst der in Aussicht genommenen Fortsetzung der Bahn bis zur französischen Grenze, überging im Jahr 1856 an die Societé anonyme du chemin de fer de Chimay mit einem Grundkapital von 1 600 000 Frs., und im Jahr 1862 wurde der Gesellschaft die Bewilligung zur Fortsetzung der Bahn von Marienbourg nach Dinant zum Anschluß in Hastière (zwischen Givet und Dinant) an die belgische Nordbahn erteilt.

Die Strecke Marienbourg-Chimay wurde im Oktober 1858, die Verlängerung Chimay-Momignies im November 1859 und die Teilstrecke Marienbourg-Hastière im März 1866, endlich die Fortsetzung der Bahn von Momignies zur französischen Grenze im März 1868 eröffnet.

Mit Beginn 1886 betrugen die Anlagekosten 17 413 512 Frs. oder, bei einer Bahnlänge von 55,5 hergestellten Kilometern, 313 756 Frs. pro Kilometer. Die Bahn hat 13 Stationen und drei Haltestellen; vier sind Gemeinschaftsstationen zweier oder mehrerer Bahnverwaltungen. Die Anzahl der Bediensteten aller Grade betrug 1888: 195

Der Fahrpark bestand Ende 1888 aus 7 Lokomotiven, 7 Tender, 12 Personenwagen, 8 Gepäckwagen, 210 Güterwagen.

Die Einnahmen betrugen 1888: 574 169 Frs., die Ausgaben 393 885 Frs., der Betriebskoefficient 68,60 %. Hubert.

Chinesische Eisenbahnen. In dem großen chinesischen Reich, welches bei einem Flächeninhalt von 11 813 750 km² und einer Bevölkerung von 403 Millionen unter den Reichen der Erde in Bezug auf Umfang die dritte, in Bezug auf Volkszahl die erste Stelle einnimmt, begegnet der Bau von Eisenbahnen, hauptsächlich infolge von religiösen Vorurteilen, Furcht vor Verletzung der Gräber, einem gewissen Widerstand, und mußte sogar die kleine, im Hafen von Shanghai erbaute Eisenbahnstrecke wieder beseitigt werden.

Die erste, 11 km lange Eisenbahn wurde im Jahr 1880 bei Kaiping von einer englischen Gesellschaft für die Zwecke der Ausbeutung der dortigen Kohlengruben gebaut und in Betrieb genommen. Im Jahr 1886 wurde eine Verlängerung dieser mit 1,435 m Spurweite gebauten Eisenbahn von einer anderen Gesell-

schaft (der „chinesischen Eisenbahngesellschaft"), welche auch die bereits vorhandene Strecke übernahm, in Angriff genommen. Diese Verlängerung führt über Lutai und Taku nach Tientsin. Die 34 km lange Strecke bis Lutai (am Peletangfluß) ist im Mai 1887 eröffnet worden, so daß zu letzterer Zeit in China im ganzen 45 km Eisenbahn (Strecke Trephan-Lutai) in Betrieb waren. Die ebenfalls 45 km lange Strecke Lutai-Taku ist im Sommer 1888 eröffnet worden. Taku-Tientsin (48 km lang) wurde im Herbst 1888 dem Betrieb übergeben, so daß nunmehr eine 138 km lange Bahn von Trephan (Kaiping) über Lutai und Taku nach Tientsin führt. Der Personenverkehr ist auf dieser Eisenbahn sehr lebhaft. Die Züge, welche mit einer Geschwindigkeit von 32 km pro Stunde fahren, sind meist gemischt, d. h. sie dienen sowohl dem Personen-, als auch dem Güterverkehr. Dieselbe Gesellschaft beabsichtigt ferner den Bau einer an die vorbezeichnete Linie anschließenden Bahn nach Peking, von welcher im Jahr 1889 112 km fertiggestellt werden sollten. Die bei diesen Bahnen verwendeten Lokomotiven, Wagen, eisernen Überbauten zu Brücken u. dergl. sind oder werden aus Amerika und England bezogen.

Außer den bezeichneten Bahnen ist noch auf der Insel Formosa der Bau zweier kurzer Linien, welche vorwiegend militärischen Zwecken dienen sollen, in Angriff genommen worden. Die eine dieser Bahnen soll von Kelung (im nördlichen Teil der Insel) in einem Abstand von etwa zehn Meilen von der Seeküste das Thal von Tamsui erreichen und dann in südlicher Richtung über die alte Hauptstadt der Insel, Taivanfec, noch etwa 50 Meilen weiter geführt werden.

In den letzten Jahren drang wiederholt das Gerücht nach Europa, daß die kais. Regierung sich endlich für den Bau von Staatsbahnen entschlossen habe, und gelten namentlich die Linien: Peking-Tientsin (s. oben), Tientsin-Tshing-Nanking-Kanton und Nanking-Shanghai, als gesichert. Ende 1889 soll der Kaiser von China den Bau einer Bahn von Peking nach Hangkow oder Hang-Chow, einem der Vertragshäfen, befohlen haben. Der Bau der 1150 km langen Eisenbahn soll sich über acht Jahre erstrecken und das nötige Kapital vom Staat je nach Lage der Staatskasse hergegeben werden. Ebenso soll die chinesische Regierung den Bau einer Bahn zwischen Lu-Kwo-Chiao und Pooting-Fu verfügt haben. Dr. Röll.

Chodau-Neudek (Lokalbahn), s. Österreichische Lokaleisenbahngesellschaft.

Chyrow-Stryi-Boryslawer Eisenbahn, s. Österreichische Staatseisenbahnen.

Cirkumvallationsbahn, eine Bahnlinie, welche die Verschanzungswerke einer Festung an deren Umfang umzieht.

Cisternen (*Cisterns*, *tanks*, pl.; *Citernes*, f. pl.) sind unterirdische, gemauerte Behälter, in welchen die atmosphärischen Niederschläge gesammelt, durch Filter gereinigt und für den Verbrauch aufbewahrt werden; im weiteren Sinn versteht man unter C. auch jene hochgestellten eisernen Behälter der Wasserhäuser, die zu den Vorrichtungen zum Speisen der Lokomotiven mit Wasser gehören, in welche dasselbe entweder vermöge seines eigenen Gewichts (wenn genügend hochgelegene Quellen oder Wasseransammlungen zur Verfügung sind), oder, wie gewöhnlich, aus Brunnen oder Wasserläufen mittels Pumpen eingebracht wird und deren Höhenlage so bemessen wird, daß das Wasser aus ihnen durch die Rohrleitungen und Krane genügend rasch in die Tender ausfließt. Näheres über diese Behälter siehe Wasserstationen.

Die Anwendung der eigentlichen unterirdischen C. empfiehlt sich überall dort, wo die Grundwässer gänzlich fehlen oder in so großen Tiefen streichen, daß die Brunnen eine unverhältnismäßige Tiefe erhalten müßten oder des felsigen Untergrunds wegen bedeutende Herstellungskosten verursachen würden, endlich auch dann, wenn die Grundwässer durch fremde Beimengungen gesundheitsschädlich oder sonst ungenießbar sind, wie dies in Sumpf- oder Moorgründen, in der Nähe des Meers oder von Petroleumquellen etc. häufig der Fall ist.

Die Vorteile dieser Art der Wasserversorgung auch für das Binnenland sind noch viel zu wenig gekannt und gewürdigt; man läßt sich durch Vorurteile abhalten, dem Projekt einer rationellen Cisternenanlage näherzutreten, dessen Wasser rein, kühl, zur Verdauung vollkommen geeignet ist und dessen etwas weicher Geschmack durch entsprechende Behandlung und Verbesserung sich beheben läßt.

Obwohl Cisternenanlagen schon im Altertum gebaut wurden und der Bau derselben auch in der Neuzeit niemals ganz aufgehört hatte, wurde die Aufmerksamkeit der Techniker doch erst beim Bau der Eisenbahnen über die wasserarmen Karstgebirge und die Steppen des südlichen Rußlands auf diese Art der Wasserversorgung gelenkt und ist deren rationelle Anlage erst seit dieser Zeit einem genaueren Studium unterzogen worden.

Die C. werden in mannigfachen Formen ausgeführt; im wesentlichen unterscheidet man an denselben drei Hauptbestandteile: der eigentliche Sammelbehälter, die Filteranlagen und die Auffangflächen für die atmosphärischen Niederschläge.

Die Grundrißform des Behälters kann rund, quadratisch, oblong oder auch ganz unregelmäßig sein, wie die große C. in Zara, wo man sich an das umgebende Terrain anschloß; es empfiehlt sich, den Wasserbehälter möglichst tief unter das Terrain zu legen, um das Wasser kühler zu erhalten und geringere Verluste durch Verdampfung zu erleiden, auch gestattet diese Anordnung eine rationellere Anlage der Filter.

Die vertikalen Umfassungswände und der Boden sind mit Rücksicht auf den Wasserdruck entsprechend stark und vollkommen wasserdicht auszuführen; oben wird der Fassungsraum mit einem Gewölb überdeckt, allfällige Hohlräume zwischen dem Mauerwerk und dem Erdreich sind sorgfältigst auszumauern oder mit Beton auszufüllen und festzustampfen.

Zur Herstellung des Mauerwerks verwendet man am besten kleinere Steine, welche satt in einen steifen Mörtel von Cement gelegt werden; der zur Verwendung kommende Sand soll frei von organischen Substanzen sein. Die innere Oberfläche des Wasserbehälters wird mit einer 3 cm starken, sorgfältig geglätteten Schichte von Portland-Cementmörtel überzogen. Nach Vollendung der Maurerarbeiten ist darauf zu

achten, daß die C. innen stets feucht gehalten wird und der Cement langsam erhärtet. Vor der Instandsetzung ist die C. sorgfältig zu waschen und von den anhaftenden Salzen zu reinigen. In Istrien kommt an der Bodenoberfläche eine rote Erdgattung, „terra rossa", vor, welche bis zu 68% Silikate enthält; diese wird dem gewöhnlichen Fettkalk ohne Sandzusatz beigemengt und als Mörtel verwendet, der dann langsam erhärtet und vollkommen wasserbeständig wird.

In den Ländern des Mittelmeers werden die römischen und neapolitanischen Puzzolanen, sowie die Santorinerde zu diesen Arbeiten verwendet.

Die Filteranlagen werden je nach lokalen Verhältnissen entweder über dem Wasserbehälter, oder seitwärts desselben oder in besonderen Schächten, sowie Kanälen untergebracht. Gesonderte Schächte empfehlen sich bei größeren Anlagen mit kontinuierlichem Betrieb, indem dieselben wegen Reinigung des Filtermaterials beliebig aus- und eingeschaltet werden können. Die einfachste und für den gewöhnlichen Gebrauch empfehlenswerteste Form ist wohl jene, wo das Filtermaterial über dem gewölbten Sammelraum angebracht ist und das gereinigte Wasser direkt durch Wasserspeier abläuft. In diesem Fall muß die Sohle des Behälters gegen Auswaschen durch aufgelegte Steinplatten geschützt werden.

Eine andere Anordnung ergiebt sich, wenn die Filterkammern seitwärts an den Langwänden herumgeführt werden. Bekannter sind die Formen der in Venedig gebräuchlichen C., bei welchen die Filterräume, welche sich trichterförmig nach unten verengen, den eigentlichen Wasserbehälter umgeben und über welche eine Brücke zur Schöpfvorrichtung führt.

In manchen Anlagen empfiehlt es sich, kleine Vorfilter anzuordnen, in welchen die gröbsten Sinkstoffe zuerst abgelagert werden.

Nachdem die Erfahrung lehrt, daß die Filter noch ruhig und sicher wirken, wenn das Wasser über denselben 0,5 m hoch steht, so ist, um gleichmäßige Wirksamkeit zu erzielen, in dieser Höhe ein Überlauf anzubringen; es braucht daher auch der freie Raum zwischen Filter und Decke nicht mehr als 60 cm zu betragen. Das Filtermaterial besteht am besten aus einer vollkommen reinen Schichte Kies und Sand, deren Körner vier verschiedene Größen haben, und ist so anzuordnen, daß die größten Steine, welche jedoch nicht größer als eine Haselnuß sein dürfen, zu unterst gelagert sind. Um ein Eindringen von Sand in die C. zu vermeiden, sind die Wasserspeier syphonartig auszubilden und mit groben Geschieben zu verlegen.

Der Gebrauch von anderen Filtermaterialien, wie Wolle, Moos, Reisig, Holzkohle etc., hat sich auf die Dauer nicht bewährt.

Um zu vermeiden, daß der Sand vom einströmenden Wasser nicht weggeschwemmt wird, ist darauf zu achten, daß dasselbe sich möglichst ruhig und gleichmäßig über das Filtermaterial ausbreitet, und empfiehlt es sich, sogenannte Sandbänke anzubringen.

Es ist vorteilhaft, in den Zuleitungskanälen zu den Filtern einen Senkschacht zum Ablagern fester Stoffe anzulegen, der mit einem Deckel geschlossen ist, aus welchem die Sinkstoffe leicht beseitigt werden.

Die Auffangflächen zur Speisung der C. können geebnete und gepflasterte Plätze sein, (wie z. B. in Sebenico der Domplatz); zweckmäßig verwendet man meist die Dächer dazu, sofern selbe nicht mit Zinkblech oder geteerten, bezw. asphaltierten Materialien gedeckt sind, welche dem Wasser gesundheitsschädliche, resp. übelschmeckende Substanzen beigeben.

Die C. erhalten, je nachdem sie nur Trinkwasser oder das Wasser für den ganzen Bedarf zu liefern haben, eine einfache Aufzugsvorrichtung mit verzinntem Wasserkübel oder eine Pumpe.

Die Größe der C. ist von vielen Faktoren abhängig, welche genau erwogen werden müssen, soll die Anlage auch ökonomisch sein. Die C. für die Wächterhäuser auf den istrischen und dalmatinischen Staatsbahnlinien haben einen Fassungsraum von 10 m^3 und reichen selbst in den trockensten Jahren ohne Nachfüllung aus. Auf der Arlbergbahn wurden auf der westlichen Rampe ebenfalls einige C., jedoch mit einem Fassungsraum von 18 m^3 erbaut, weil die Bewohner dieser Gegenden an eine weniger sparsame Gebarung mit dem Wasser gewohnt sind. Für die Stationen empfiehlt es sich, ein genaues Programm aufzustellen, den voraussichtlichen Bedarf zu erheben und die Niederschläge nach den nächstgelegenen meteorologischen Beobachtungen zu rechnen. Hierbei sind kleinere Niederschläge, wie Thau und Reif, auszuscheiden, weil deren geringe Feuchtigkeit von den Auffangflächen aufgesogen wird. Von dem Rest sind ungefähr 70 % als nutzbar in Rechnung zu ziehen, 30 % gehen nach angestellten Beobachtungen durch Aufsaugung, Verdunstung, Zuleitung und Filtrierung verloren. Die Größe der C. muß so bemessen werden, daß der Wasservorrat auf drei Monate ohne Zufluß reicht; der Überschuß der regenreicheren Monate soll das Deficit der trockeneren Monate decken; ist dies nach den angestellten Berechnungen nicht der Fall, dann muß der Rauminhalt der C. selbst vergrößert werden; ist Überschuß vorhanden, kann eine kleiner dimensionierte C. noch ausreichen.

Aus dem Jahresbedarf der C. an Wasser und der Regenhöhe ergibt sich die Größe der Auffangflächen, wobei der Grundsatz gilt, daß eine C. umso besser mit Wasser versorgt ist, je größer ihre Auffangflächen sind. Für Wächterhäuser nimmt man meist 80 m^2 Auffangfläche zur Speisung des Behälters als hinreichend an.

Für die Filtrierung rechnet man, daß 1 m^2 Sandfilter in 24 Stunden 2—2,5 cm^3 Wasser filtriert, wenn der Sand eine Mächtigkeit von 60 cm Höhe hat; aus diesen Angaben und dem Zufluß bei stärkeren Niederschlägen ergibt sich die Größe der Filteranlagen.

In jedem Fall wird man gutthun, alle lokalen Eigentümlichkeiten sorgfältig zu erwägen und keine Mühe zu scheuen, damit auch den Gesetzen der Gesundheitslehre vollkommen entsprochen wird.

Im nachfolgenden sollen auch noch einige Maßregeln gegeben werden, um das gesammelte Wasser gut und genießbar zu erhalten.

Das Cisternenwasser bleibt besser, je größer die jeweilige Verbrauchsmenge und je geringer der Vorrat ist, d. h. je öfter der Inhalt selbst erneuert wird. Für die trockenste

regenloseste Zeit, wie der Sommer am Karst und an der österreichischen Küste, soll der Wasservorrat für höchstens 180 Tage ausreichen.

Das Wasser wird stets umso besser sein, je reiner die Auffangsflächen und Filteranlagen erhalten werden und je mehr das Eindringen tierischer Organismen verhindert wird. Zu diesem

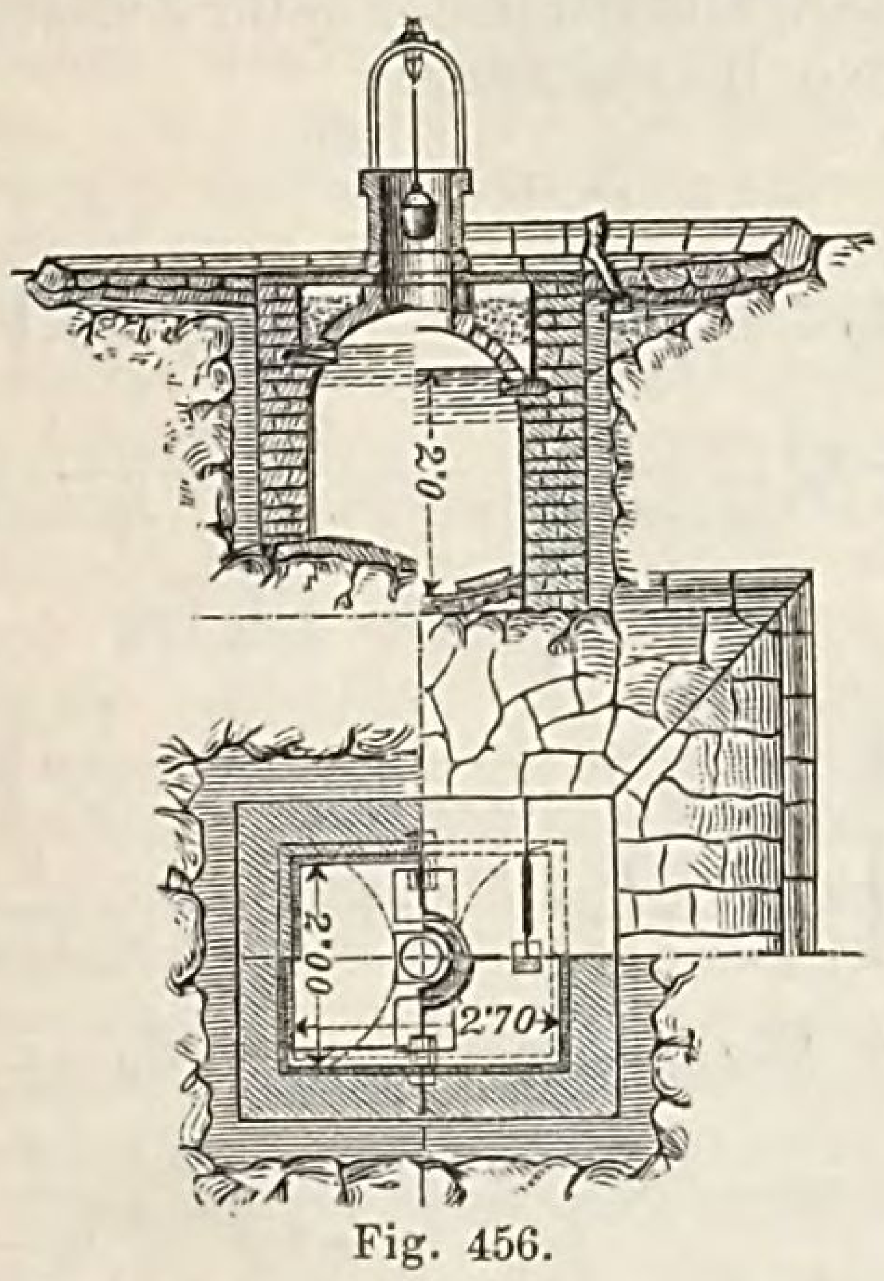


Fig. 456.

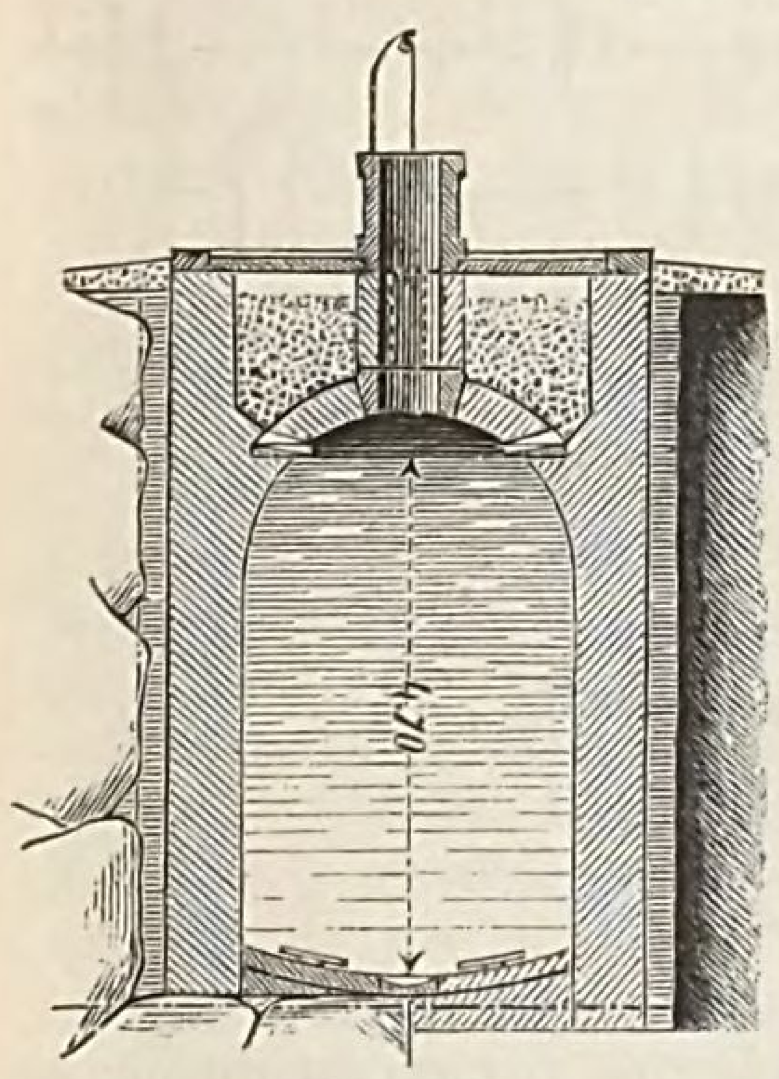


Fig. 457 *a*.

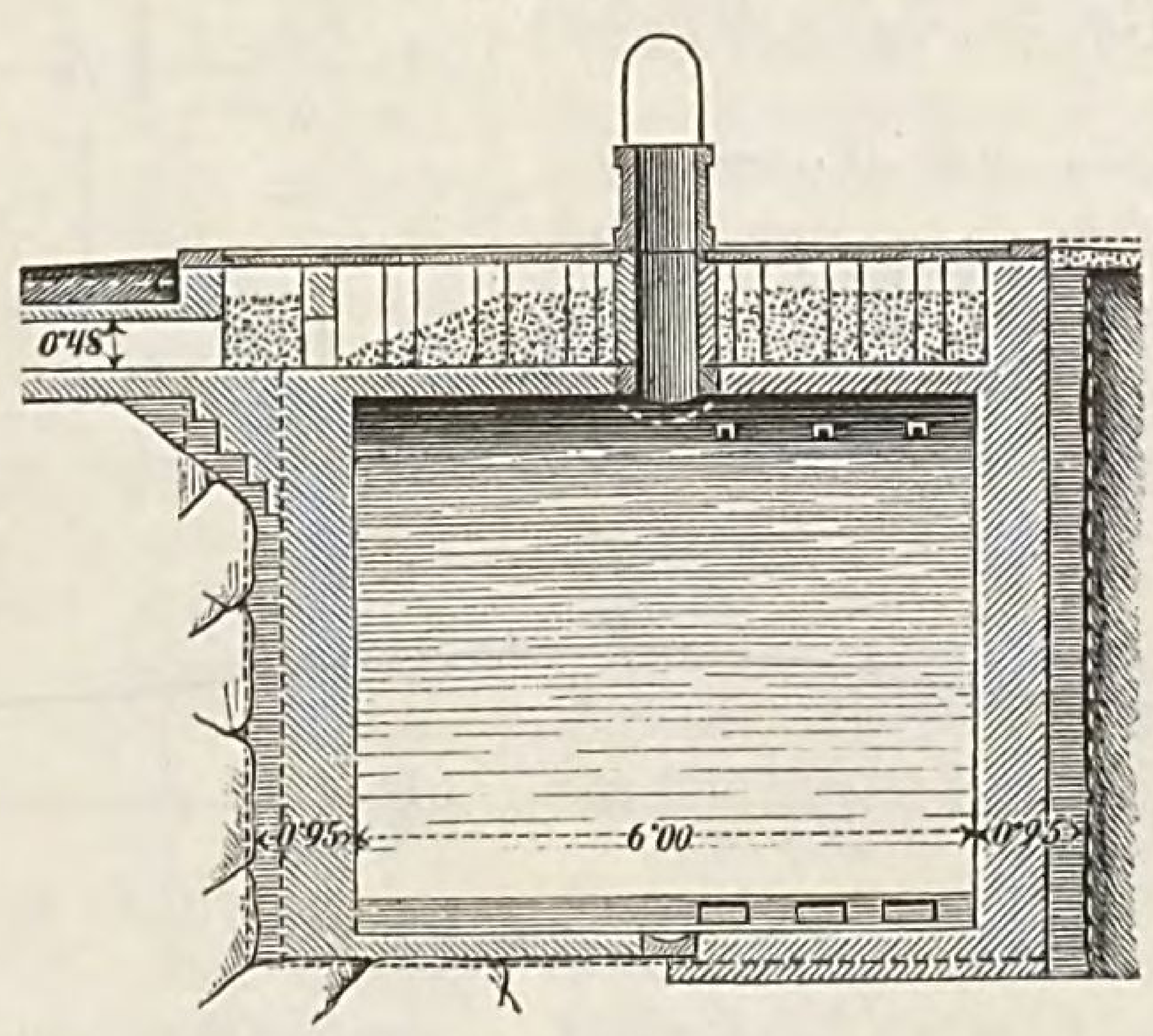


Fig. 457 *b*.

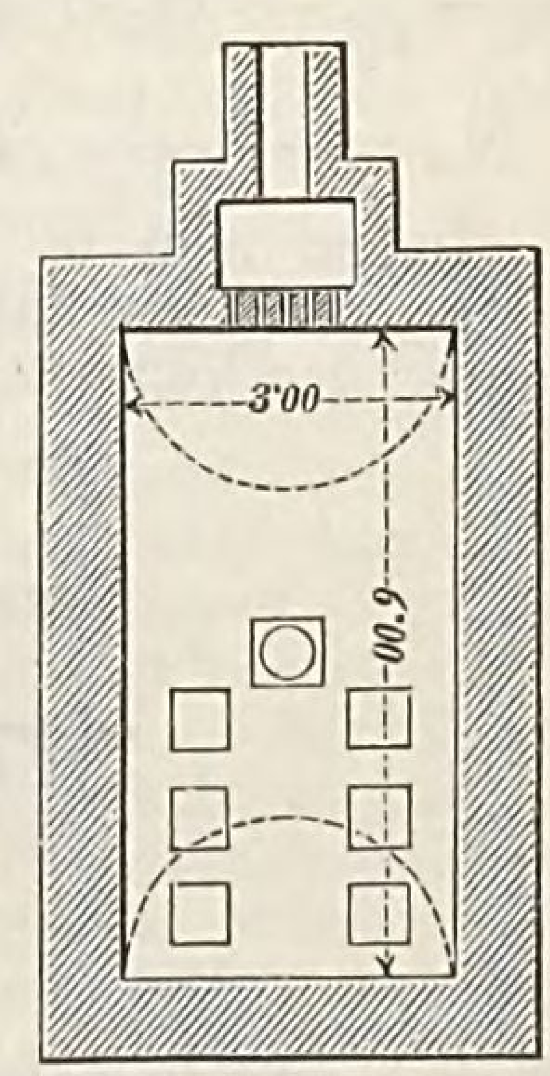


Fig. 457 *c*.

Zweck empfiehlt es sich, öfters den Kübel der Schöpfvorrichtung zu heben und zu senken, das Wasser zu peitschen, weil bei diesem Vorgang das Wasser mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt und der Sauerstoff die organischen Substanzen zerstört.

Eingedrungene Insekten werden durch Einbringen kleinerer Stücke von Steinsalz sofort vernichtet.

Die C. ist von Zeit zu Zeit zu entleeren und zu reinigen; der weiche Geschmack des Wassers kann durch entsprechende Zusätze, wie flüssige Kohlensäure, Kalklösungen etc. verbessert werden, sofern dies gewünscht wird; in sanitärer Beziehung ist ein solcher Zusatz jedoch nicht nötig.

In Fig. 456 ist eine Wächtercisterne mit 10 m³ Inhalt, wobei die Abdeckung derselben nach oben zur Vergrößerung der Auffangflächen benutzt erscheint, und in Fig. 457 *a*, *b*, *c* eine Stationscisterne mit einem Fassungsraum von 80 m³ abgebildet; beide mit den Filtern über den Gewölben nach den Typen der Istrianer Staatsbahn (Österreich) dargestellt. Lang.

Cisternenwagen, s. Reservoirwagen.

Clapeyron, Benoit Paul Emile, geboren zu Paris 1799, gestorben 1864, war Haupturheber der Bahn von Paris nach St. Germain und arbeitete mit Lamé das Projekt aus, welches auch unter seiner Leitung zur Ausführung kam.

Bei der Versailler Bahn beschäftigte er sich mit der Konstruktion von Lokomotiven für Steigungen von 5 ‰. Robert Stephenson fand dazumal die Schwierigkeit einer solchen Konstruktion derart groß, daß er die Übernahme der Ausführung scheute, und die Maschinen wurden nach C.'s Entwürfen in den Werkstätten von Sharp & Roberts 1836 ausgeführt.

Nachdem er sich mit den Studien und Projekten der Nordbahn beschäftigt hatte, verblieb er bis an sein Lebensende beratender Ingenieur der Gesellschaft. Er nahm unter gleichem Titel Anteil an der Konstruktion der Südbahn, der Bahn von Bordeaux nach Cette und jener von Bordeaux nach Bayonne. Zu gleicher Zeit beteiligte er sich an der Ausarbeitung der Projekte der atmosphärischen Eisenbahn von St. Germain. Er war der erste, der eine Anzahl großer eiserner Brücken schuf, so über die Seine bei Asnières, über den Lot und den Tarn, und zwar nach einer eigenen, von ihm herrührenden Methode. Von C. rührt auch eine Konstruktion von Spannungsfedern für Lokomotiven und Wagen her.

Clapeyron's Gleichungen gehören der Theorie des durchlaufenden (kontinuierlichen) Trägers an; sie geben den Zusammenhang an zwischen den Auflager- oder Stützenmomenten einerseits und der Form, sowie der Belastung des Trägers andererseits und dienen dazu, für einen gegebenen und in bekannter Weise belasteten Träger auf mehreren Stützpunkten in erster Linie die Auflagermomente und damit sodann den ganzen statischen Zustand desselben festzustellen. Ursprünglich nahm Clapeyron nur gleichmäßig je über die ganze Weite der Felder verteilte Lasten an. Spätere Autoren verallgemeinerten die Untersuchungen durch Berücksichtigung beliebiger Einzellasten (B r e s s e, Cours de Mécanique appliquée, III Partie, Paris 1865, pag. 12; W e y r a u c h, Allgemeine Theorie und Berechnung der kontinuierlichen und einfachen Träger, Leipzig 1873, S. 8).

Verhältnismäßig einfach gestalten sich die erweiterten Clapeyron'schen Gleichungen in ihrer Anwendung auf die Berechnung des Eisenbahnoberbaues, da hierbei von dem Eigengewicht der Schienen abgesehen werden darf und auf der Strecke zwischen zwei aufeinander folgenden Stützpunkten niemals mehr als e i n e

Einzellast (Raddruck) auftreten kann, weil nämlich die Entfernung zweier Achsen voneinander bei den Eisenbahnfahrzeugen immer größer ist als die Schwellenabstände.

Für die beiden aufeinander folgenden Strecken $l_{\varrho-1}$ und l_ϱ eines durchlaufenden Trägers (Fig. 458), deren Stützpunkte Nr. $(\varrho-1)$, ϱ und $(\varrho+1)$ die fest gegebenen Abstände $c_{\varrho-1}$, c_ϱ und $c_{\varrho+1}$ von der wagerechten Ebene haben und welche je durch die Einzellasten $P_{\varrho-1}$ und P_ϱ in den Entfernungen $p_{\varrho-1}$, p_ϱ und $q_{\varrho-1}$, q_ϱ von den links-, bezw. rechtsseitigen Stützpunkten beansprucht werden, gilt dann die Beziehung:

$$\mathfrak{M}_{\varrho-1}.l_{\varrho-1}+2\,\mathfrak{M}_\varrho(l_{\varrho-1}+l_\varrho)+\mathfrak{M}_{\varrho+1}.l_\varrho=$$
$$=-6\,\varepsilon\,\Theta_0\left[\frac{c_{\varrho+1}-c_\varrho}{l_\varrho}+\frac{c_{\varrho-1}-c_\varrho}{l_{\varrho-1}}\right]+$$
$$+N'_{\varrho-1}+N_\varrho.$$

Dabei bedeuten $\mathfrak{M}_{\varrho-1}$, $\mathfrak{M}_\varrho$ und $\mathfrak{M}_{\varrho+1}$ die Auflager- oder Stützenmomente an den Auflagerungspunkten $\varrho-1$, ϱ und $\varrho+1$, d. h. die Angriffsmomente an diesen Stellen, weiter ε das Elasticitätsmaß (Elasticitätsmodul) des Schienenmaterials, Θ_0 das Trägheitsmoment des Schienenquerschnitts für dessen wagrechte Schwerpunktsachse und $N'_{\varrho-1}=$

$$=-\frac{1}{l_{\varrho-1}}.P_{\varrho-1}.p_{\varrho-1}.q_{\varrho-1}.(l_{\varrho-1}+p_{\varrho-1})$$
$$N_\varrho=-\frac{1}{l_\varrho}.P_\varrho.p_\varrho.q_\varrho.(l_\varrho+q_\varrho).$$

Indem man in diese Gleichung für ϱ der Reihe nach die Zahlenwerte 2, 3, 4...ν setzt (unter der Voraussetzung, daß der Träger auf $(\nu+1)$ Stützpunkten Nr. 1, 2, 3...$\nu+1$ aufruht), erhält man $(\nu-1)$ Gleichungen zur Bestimmung ebenso vieler unbekannter Stützenmomente $\mathfrak{M}_2$, $\mathfrak{M}_3$, $\mathfrak{M}_4$...$\mathfrak{M}_\nu$. ($\mathfrak{M}_1$ und $\mathfrak{M}_{\nu+1}$ für die erste und letzte Stütze sind bei freier Auflagerung des Trägers $=0$.)

Bei den bisherigen Betrachtungen ist vorausgesetzt worden, die Stützpunkte des Trägers seien zwar nicht in gleicher Höhe aber unveränderlich fest gelagert. Hat man es nun aber mit verdrückbaren Stützpunkten zu thun, deren Abstände (c) von einer wagerechten Ebene sich mit den jeweiligen Auflagerdrücken (A) ändern, und darf man eine elastische Verdrückbarkeit annehmen, so erhält man die nun gültige Beziehung aus der obigen verallgemeinerten Clapeyron'schen Gleichung, indem man in derselben allgemein

$$c_\varrho=\frac{1}{f}.A_\varrho$$

setzt, unter $\frac{1}{f}$ eine erfahrungsgemäß bestimmte Verhältniszahl und unter A_ϱ den Auflagerdruck

$$A_\varrho=\frac{1}{l_\varrho}(\mathfrak{M}_{\varrho+1}-\mathfrak{M}_\varrho)-$$
$$-\frac{1}{l_{\varrho-1}}(\mathfrak{M}_\varrho-\mathfrak{M}_{\varrho-1})+\frac{P_\varrho.q_\varrho}{l_\varrho}+\frac{P_{\varrho-1}.p_{\varrho-1}}{l_{\varrho-1}}$$

verstanden. (Auch hier sind die Einzellasten P, wie ihre Abstände p und q von den Enden ihrer Felder mit deren Nummern bezeichnet, die ihrerseits wieder mit den Nummern der linksseitigen Stützpunkte übereinstimmen.)

Die auf solche Weise gewonnene verallgemeinerte Clapeyron'sche Gleichung für elastisch verdrückbare Stützen lautet unter Zulassung der abgekürzten Bezeichnung:

$$\mathfrak{A}=\frac{6\,\varepsilon\,\Theta_0}{f}$$
$$\mathfrak{M}_{\varrho-2}.\frac{\mathfrak{A}}{l_{\varrho-2}.l_{\varrho-1}}+\mathfrak{M}_{\varrho-1}.\Bigg[$$
$$\left[l_{\varrho-1}-\mathfrak{A}\left(\frac{1}{l_{\varrho-2}.l_{\varrho-1}}+\frac{2}{l^2_{\varrho-1}}+\frac{1}{l_{\varrho-1}.l_\varrho}\right)\right]+$$
$$+2\,\mathfrak{M}_\varrho\Bigg[(l_{\varrho-1}+l_\varrho)+$$
$$+\mathfrak{A}\left(\frac{1}{l_{\varrho-1}^2}+\frac{1}{l_{\varrho-1}.l_\varrho}+\frac{1}{l_\varrho^2}\right)\Bigg]+$$
$$+\mathfrak{M}_{\varrho+1}\left[l_\varrho-\mathfrak{A}\left(\frac{1}{l_{\varrho-1}.l_\varrho}+\frac{2}{l_\varrho^2}+\frac{1}{l_\varrho.l_{\varrho+1}}\right)\right]+$$
$$+\mathfrak{M}_{\varrho+2}.\frac{\mathfrak{A}}{l_\varrho.l_{\varrho+1}}=\mathsf{P}_{\varrho-1}$$
$$\mathsf{P}_{\varrho-1}=-\mathfrak{A}\Bigg\{\frac{P_{\varrho-2}.p_{\varrho-2}}{l_{\varrho-2}}.\frac{1}{l_{\varrho-1}}+$$
$$+\frac{P_{\varrho-1}}{l^2_{\varrho-1}}\left[q_{\varrho-1}-p_{\varrho-1}\left(1+\frac{l_{\varrho-1}}{l_\varrho}\right)\right]+$$
$$+\frac{P_\varrho}{l_\varrho^2}\left[p_\varrho-q_\varrho\left(1+\frac{l_\varrho}{l_{\varrho-1}}\right)\right]+$$
$$+\frac{P_{\varrho+1}.q_{\varrho+1}}{l_{\varrho+1}}.\frac{1}{l_\varrho}\Bigg\}+N'_{\varrho-1}+N_\varrho.$$

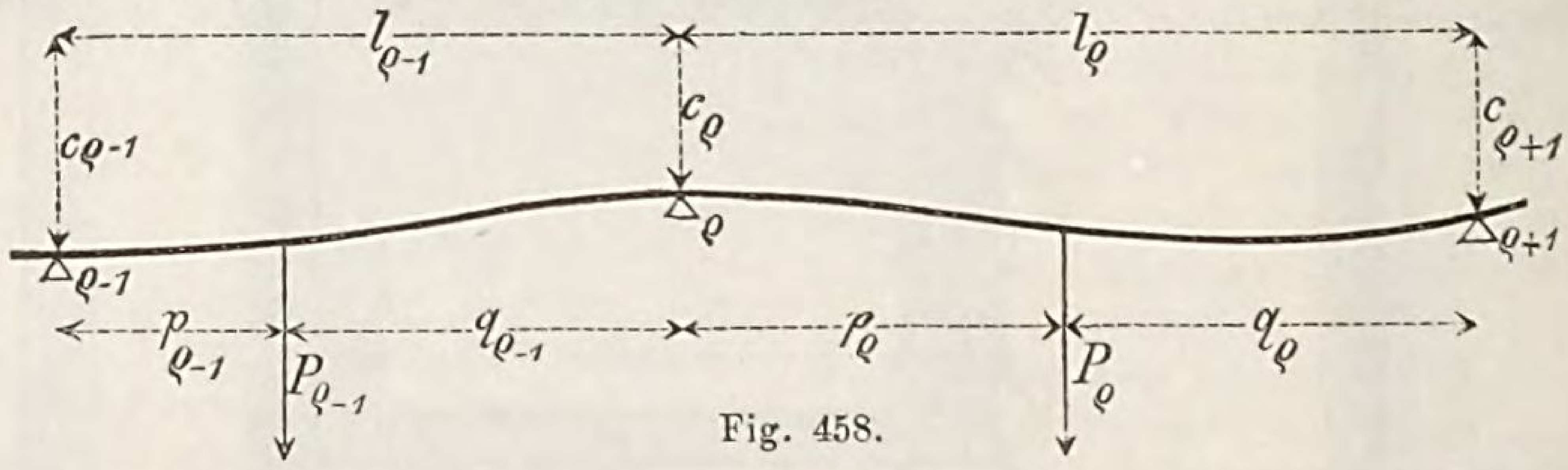


Fig. 458.

aus welcher sich wiederum für einen durchaus frei aufliegenden Balken mit ν Feldern, also $(\nu+1)$ Stützpunkten Nr. 1, 2, 3...$(\nu+1)$ mit $\varrho=2, 3, 4\ldots\nu$ ein System von $(\nu-1)$ Gleichungen zur Bestimmung von ebenso vielen unbekannten Stützenmomenten ableiten läßt.

Für den Fall, daß sämtliche Felderweiten einander gleich sind, also

$$l_1=l_2=l_3=\ldots=l_\nu=l$$

stattfindet, geht die vorstehende umfangreiche Gleichung in die folgende einfachere über:

$$\alpha\,\mathfrak{M}_{\varrho-2}+\beta\,\mathfrak{M}_{\varrho-1}+\gamma\,\mathfrak{M}_\varrho+\beta\,\mathfrak{M}_{\varrho+1}+$$
$$+\alpha\,\mathfrak{M}_{\varrho+2}=\mathfrak{R}_{\varrho-1},$$

wobei folgende Bezeichnungen zugelassen sind:

$$\alpha=\frac{6\,\varepsilon\,\Theta_0}{f.l^3}=\frac{\mathfrak{A}}{l^3},$$
$$\beta=1-4\,\alpha,$$
$$\gamma=4+6\,\alpha$$
$$\mathfrak{R}_{\varrho-1}=$$
$$=-\alpha[P_{\varrho-2}.p_{\varrho-2}-P_{\varrho-1}(2\,p_{\varrho-1}-q_{\varrho-1})+$$
$$+P_\varrho(p_\varrho-2\,q_\varrho)+P_{\varrho+1}.q_{\varrho+1}]+$$
$$+N'_{\varrho-1}+N_\varrho.$$

Die Anwendung der vorstehend angegebenen Gleichungen auf die Untersuchung der thatsächlichen Verdrückbarkeit der Schienenunterlagen beim Querschwellenoberbau findet sich unter anderem in der Abhandlung „Zur Frage der Betriebssicherheit der Eisenbahngleise,

speciell der wirklichen Anstrengung der Fahrschienen" von Loewe, Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnwesens, 1883, sodann in der Abhandlung „Zur Theorie des Eisenbahnoberbaues, Querschwellenoberbau" von ebendemselben, Allgemeine Bauzeitung, 1888. Loewe.

Clearing House, Railway Clearing House (Abrechnungsbureau), organisierte Vereinigung der Bahnen Großbritanniens und Irlands mit dem Sitz in London zur Schaffung von Erleichterungen für den durchgehenden Verkehr, insbesondere zur Abrechnung der wechselseitigen Forderungen aus dem Personen- und Güterverkehr. Dieser schon 1847 durch Robert Morison (nach anderen Angaben 1842) unter dem Namen „The Clearing System" begründete Abrechnungsverband erhielt durch die Akte vom 25. Juni 1850, 13. 14. Vict. cap. 33, „An act for regulating legal Procedings by or against the Commitee of Railway Compagnies associated under the Railway Clearing System and for other purposes", die Rechte einer Korporation und die gesetzliche Genehmigung. Diese Akte bezeichnet es als Zweck des C., für den durchgehenden Verkehr dieselben Erleichterungen zu schaffen, wie wenn die Linien der verschiedenen Eisenbahnen einer und derselben Bahn gehörten. Nach dieser Akte kann jede Eisenbahngesellschaft nach einmonatlicher Anmeldung als Mitglied eintreten und können auf Verlangen von zwei Drittel der in dem C. vereinten Bahnen aufgenommene Gesellschaften wieder ausgeschlossen werden. Bis zum Jahr 1853 ist das Institut noch wenig in den Vordergrund getreten und war die Beteiligung seitens der Bahnen eine äußerst schwache; im Lauf der Zeiten hat jedoch der Verein sich zu so großen Verhältnissen entwickelt, sodaß gegenwärtig demselben fast alle Bahnen Englands und Schottlands, sowie einige Eisenbahngesellschaften Irlands, welche mit Großbritannien in enger Beziehung stehen, angehören.

Die übrigen irischen Bahnen bilden ein besonderes C., das Irish Railway Clearing House.

Durch Konzentrierung aller Verbandsabrechnungen in einem Centralabrechnungshaus werden die Geschäfte der Abrechnung (s. d.) in rascher und einheitlicher Weise erledigt. So wird nicht nur die Abrechnung und Saldierung der Einnahmen aus dem direkten Verkehr, sowie der Wagenmieten, sondern auch die Ausgleichung der aus dem Übergangsverkehr herrührenden Entschädigungen in Reklamationsfällen und für Wagendefekte geregelt. Der Wagenübergang wird von einzelnen auf den Übergangsstationen aufgestellten Beamten (*numbermen*) notiert, welche die bezüglichen Aufzeichnungen dem C. mitteilen. Für die Abrechnung sind vier Departements aufgestellt, und zwar für die Abrechnung des Güterverkehrs (Güter und Vieh) das sogenannte Merchandise department; für die Abrechnung des Personenzugverkehrs (Personen, Gepäck, Parcels, Pferde, Hunde, Fahrzeuge etc.) das sogenannte Coaching department; für die Abrechnung der Wagenmiete das Mileage department; für die Schlußsaldierung und Zahlungsvermittlung das Expenditure department.

Vom C. ist ferner die Herstellung einer einheitlichen Güterklassifikation für die beteiligten Bahnen ausgegangen. Für den Personen- und Güterverkehr hat das C. allgemeine Bestimmungen herausgegeben, welche von den am C. beteiligten Bahnen angenommen wurden. Diese Anordnungen sind unter dem Titel „General Arrangements relating to Coaching Traffic, (agreed to and adopted by the compagnies parties to the clearing system)" veröffentlicht worden. Sie enthalten Bestimmungen über den Personenverkehr (Fahrpreis, Fahrpreisermäßigungen, Billets, Passagiergepäck, Militärtransporte), Bestimmungen über den Gepäck-, Pferde-, Equipagen-, Hundeverkehr und sonstigen Tiertransport nebst Formularien.

Die Regelung der Konkurrenzverhältnisse und die Höhe der Tarifsätze bleibt den besonderen Verbänden und Specialverhandlungen vorbehalten; doch ist für Gepäck und Parcels auch der Tarifsatz, sowie sonst vielfach der zulässige Minimalsatz im C. festgesetzt, ebenso die Versicherungsprämien für Vieh, Güter und Parcels.

In Verbindung mit dem C. ist weiters eine besondere Centralstelle für überzähliges oder fehlendes Gepäck, sowie andere, in den Personenwagen, Warteräumen etc. gefundene oder verlorene Gegenstände — das Lost luggage department — organisiert, und wirken beim C. überdies besondere Schiedsrichterkollegien, von welchen die Streitigkeiten zwischen den einzelnen Bahnen bezüglich der Reklamationen aus Wagenbeschädigung, aus dem Personen- und Güterverkehr entschieden werden. Auch werden allgemeine, betriebstechnische und sonstige, mit dem Durchgangsverkehr in Zusammenhang stehende Fragen durch Beschlüsse geregelt, die dann für alle Bahnen, welche denselben nicht widersprochen haben, bindend erscheinen.

Großes Verdienst hat sich das C. durch Erstellung einheitlicher Instruktionen für den Betriebsdienst — Rules and regulations — erworben, welche von allen beim C. beteiligten Eisenbahngesellschaften gehandhabt werden.

Jede dem C. angehörende Gesellschaft ist in demselben durch einen Delegierten vertreten; die Gesamtheit der Delegierten bildet den geschäftsführenden Ausschuß (*Clearing House Commitee*) mit einem Vorsitzenden (*Chairman*), einem Sekretär (*Secretary*) und einem Schatzmeister (*Treasurer*). Alle Fragen werden in besonderen Konferenzen entschieden. Der geschäftsführende Ausschuß hält seine regelmäßigen Konferenzen vierteljährlich ab, und zwar am zweiten Mittwoch der Monate März, Juni, September und Dezember. Bei Anwesenheit von zehn Delegierten ist die Versammlung beschlußfähig. Neben diesen Konferenzen bestehen solche der General Managers, die gleichfalls alle Vierteljahre, und zwar am zweiten Donnerstag der Monate Februar, Mai, August und November zusammentreten und bei Anwesenheit von vier Mitgliedern beschlußfähig sind. 14 Tage vor den Sitzungen der General Managers werden die Goods Managers zu einer Konferenz eingeladen; diese ist bei zehn Anwesenden beschlußfähig. An dem der Konferenz der Goods Managers vorausgehenden Mittwoch treten die Superintendents of the line zu einer Sitzung zusammen (beschlußfähig bei fünf Anwesenden). Die Konferenzen der Goods Managers und der Superintendents beschließen nicht endgiltig, sondern legen ihre Resolutionen der Konferenz der General Managers vor, welche diese wieder an den geschäftsführenden Ausschuß

weiter leitet. Es sind also gewissermaßen durch diese verschiedenen Konferenzen drei Instanzen geschaffen, welche die eigentlichen Betriebs- und Verkehrsangelegenheiten zu passieren haben, bevor sie endgiltig erledigt werden können. Die Namen der Delegierten sind dem Sekretär mitzuteilen, welcher dieselben dann zu der bezüglichen Konferenz besonders einladet. Jede Bahn hat nur eine Stimme und werden die Beschlüsse mit einfacher Majorität der Anwesenden gefaßt. Nach Bedürfnis oder über Wunsch einer bestimmten Anzahl von Mitgliedern des C. werden auch außerordentliche Konferenzen einberufen. Die Geschäftsführung der Konferenzen ist durch eine Geschäftsordnung (Rules for the Guidance of the conference) geregelt.

Die gefaßten Beschlüsse treten mit dem 1. des auf die Bestätigung durch den geschäftsführenden Ausschuß folgenden Monats in Kraft. Sie gelten als angenommen, sofern nicht innerhalb eines Monats, von der Konferenz ab, in welcher der Beschluß gefaßt wurde, seitens einer Bahn Widerspruch erhoben worden ist. Will sich eine Bahn dem Beschluß nicht fügen, so muß sie dies dem C. mitteilen und wird die Angelegenheit dann nochmals verhandelt.

Die genannten Konferenzen können für specielle Angelegenheiten besondere Subkomitees ernennen. Es bestehen überdies ständige Komitees von je zwölf persönlich gewählten Mitgliedern, welchen eine schiedsrichterliche Funktion zukommt. Diese entscheiden über Differenzen zwischen Bahnen wegen Beschädigung des Betriebsmaterials, wegen Tragung der Schäden aus dem Transportverkehr, wegen Mehr- oder Minderfrachten und anderen Reklamationen. Solche Komitees sind das „Goods Claims Arbitration Committee“ und das „Superintendents Claims Arbitration Committee“. Ersteres wird von der Konferenz der Goods Managers, letzteres von der Konferenz der Superintendents of the line je aus ihrer Mitte gewählt. Sie treten gewöhnlich einen Tag vor den regelmäßigen Konferenzen zusammen und entscheiden endgiltig, sind also nicht an die Bestätigung der Goods Managers- oder der Superintendentskonferenz oder an die Genehmigung des ständigen Ausschusses gebunden.

Die vom C. getroffenen Verfügungen werden gleichzeitig mit der Güterklassifikation veröffentlicht, und wird die Publikation alljährlich unter Berücksichtigung der im Vorjahr beschlossenen Änderungen und Zusätze unter dem Titel „Regulations of the Railway Clearing House“ neu aufgelegt. Die Regulations enthalten die Organisation des C., den Clearing Akt, Instruktionen für die Beamten, Grundsätze über die Bildung der Tarife, sowie Verteilung der Frachten und behandeln den Personen-, Gepäcks-, Parcel-, Vieh- und Güterverkehr.

Zur Bewältigung der umfangreichen Arbeiten benötigt das C. eine große Anzahl von Beamten; die einzelnen Abrechnungsbureaux und Centralstellen beschäftigten einschließlich der Numbermen gegen 2000 Personen. Nichtsdestoweniger sind die Kosten des C. äußerst gering und betragen kaum $^3/_4$ Prozent des abgerechneten Gesamtbetrags.

Die Kosten des C. werden von den beteiligten Bahnen verhältnismäßig getragen. Die Kosten der Wagenmieteabrechnung werden pro rata der Belastungen und Gutschriften, die Kosten der Verkehrsabrechnung, die für jede Abrechnung getrennt zu führen sind, nach Verhältnis der Einnahmen aus dem betreffenden Verkehr verteilt.

Litteratur: Cohn, Untersuchungen über die englische Eisenbahnpolitik I, S. 261 ff.; II, S. 73 ff.; Leipzig 1875; Reitzenstein, Über einige Verwaltungseinrichtungen und das Tarifwesen auf den Eisenbahnen Englands; Berlin 1876, S. 158 ff.; Wehrmann, Reisestudien über Anlagen und Einrichtungen auf englischen Eisenbahnen; Elberfeld 1877. Dr. Ziffer.

Coaks, s. Brennmaterialien.

Cochinchina, s. Asien XII.

Collet-Meygret, Alcide Louis, geboren am 12. Dezember 1819 zu Bourbanche, gestorben am 28. Mai 1885, veröffentlichte eine Arbeit über den großen Viadukt auf der Linie Avignon-Marseille, auf der er als Kontrollingenieur fungierte. Von 1854—1859 brachte er auf der französischen Ostbahn die Teilstrecken Noisy le Sec bis Flamboin zur Ausführung, wo unter den zahlreichen Bauten der Viadukt von Voulzie bemerkenswert ist. In Italien hat er die Arbeiten der Eisenbahnlinien Civita-Vecchia-Rom, Rom-Ancona und Bologna-Ferrara geleitet.

Er baute später die Eisenbahn Annecy-Aix les Bains, studierte und begann den Bau der Linie Annecy-Annemasse.

Als Generalinspektor des ponts et chaussées hatte er die Specialaufsicht der Eisenbahnen.

Collignon, Charles Etienne, Generalinspektor des ponts et chaussées, geboren in Metz am 16. Mai 1802, gestorben in Paris am 4. Dezember 1885, trat nach Absolvierung der polytechnischen Schule 1824 in das Corps des ponts et chaussées. 1838 wurde C. zu den wichtigen Arbeiten des 1826 von Brisson projektierten Kanals Marne-Rhein berufen.

C. veröffentlichte dann sein wichtiges Werk: „Du concours des canaux et des chemins de fer“, welches auf die gegen die Kanäle und besonders gegen den Marne-Rheinkanal gerichteten Angriffe antwortete.

Später leitete C. als Ingenieur der Straßburger Eisenbahn den Bau derselben in der Meurthe. 1854, zum Generalinspektor zweiter Klasse ernannt, machte er zwei Reisen nach Rußland, infolge deren er die Stellung eines Generaldirektors der großen russischen Eisenbahngesellschaft annahm. Die zu erbauenden Linien waren: 1. die Linie St. Petersburg-Warschau, 2. die Abzweigung an die preußische Grenze, 3. die Linie Moskau-Nischni-Nowgorod, 4. die Linie Moskau - Theodosia, 5. die Linie von Kursk oder Orel nach Libau. Dieses Netz besitzt eine Ausdehnung von 4000 km.

Im Jahr 1857 übersiedelte C. nach Petersburg. Entsprechend den kaiserlichen Befehlen wurden die Hauptarbeiten auf den Linien Warschau-Petersburg und Moskau-Nischni-Nowgorod ausgeführt. Diese beiden Linien, in Verbindung mit den bereits hergestellten 600 km, St. Petersburg-Moskau verbanden Rußland mit Europa und Asien und durchzogen den größten Teil von Europäisch-Rußland. Alle Terrain- und sonstigen Bauschwierigkeiten wurden überwunden und die Linien St. Petersburg-Warschau und Moskau-Nischni in fünf Jahren hergestellt. Nachdem der Bau der anderen Linien durch den Ukas vom 3. Nov. 1861 der großen russischen Eisenbahngesellschaft entzogen wurde, kehrte

C. nach Frankreich zurück, wurde zum Generalinspektor I. Klasse erhoben und mit der Leitung des maritimen Dienstes betraut. Am 6. Januar 1872 wurde er zum Vicepräsidenten des Generalrats für Brücken und Straßen, dem höchsten Posten dieses Ressorts, ernannt. Er bekleidete denselben nur kurze Zeit; am 16. Mai desselben Jahrs wurde er dieses Postens enthoben und zum Mitglied des Staatsrats ernannt, in welcher Stellung er sich hauptsächlich mit der Prüfung von Lokalbahnprojekten befaßte. Eine der interessantesten Bahnen, mit der er sich zu beschäftigen hatte, war die Chemin de circulaire im Departement Seine und Oise. Dann hatte er über folgende Linien zu berichten: Hazebrouck-Orchies, Armentières-Lens, Valenciennes-Cateau, Artres-Denain, Denain-St.-Arnaud und von Lourches zur Linie Artres-Denain, von Lens und Hénin-Liétard an die Grenze des Departement du Nord und von Aubry nach Laventie, von Bourges an die Grenze von Loiret, von St.-Nazaire nach Châteaubriant und von Guérande nach La Roche-Bernard.

Der Vorschlag des Staatsrats betreffs der unterseeischen Eisenbahn von Frankreich nach England rührte ebenfalls von C. her.

1879 trat C. aus dem Staatsrat aus.

Columbia, Vereinigte Staaten von, s. Amerika, XVI.

Compoundlokomotiven (Verbundlokomotiven) (*Compound locomotives*, pl.; *Locomotives*, f. pl., *à fonctionnement compound*). Die Compound-Dampfmaschine unterscheidet sich von der einfachen Dampfmaschine dadurch, daß die Wirkung des Dampfes nicht in jedem einzelnen Dampfcylinder beendet wird, sondern in mehreren Cylindern nacheinander stattfindet. Der Unterschied gegen die ähnlich arbeitende Woolf'sche Maschine besteht darin, daß die einzelnen Cylinder selbständige Steuerung besitzen und durch Zwischenbehälter (*Receiver*) von wesentlicher Größe miteinander verbunden sind. Bei den Compoundmaschinen mit zwei Cylindern tritt hiernach der Dampf aus dem Kessel zunächst in den kleineren Hochdruckcylinder, leistet daselbst unter teilweiser Ausdehnung (Expansion) einen Teil seiner Arbeit, strömt dann in den Zwischenbehälter, von diesem in den größeren Niederdruckcylinder und leistet daselbst unter Vollendung der Ausdehnung weitere Arbeit.

Größere Schiffsmaschinen und in neuester Zeit auch andere Dampfmaschinen mit Kondensation werden mit dreifacher, erstere sogar neuerdings mit vierfacher Spannung (Expansion) gebaut.

Die mehrfache Ausdehnung bewirkt eine bessere Ausnutzung der Dampfkraft, d. h. verringerten Dampf- und Brennmaterialverbrauch für gleiche Leistung; dieser Vorzug der Compoundmaschine gegenüber der einfachen Dampfmaschine ist, für eine Maschine mit zwei Cylindern betrachtet, in Folgendem begründet:

Während der Ausdehnung findet stets eine teilweise Kondensation des Dampfs statt, so daß die Temperatur des verbliebenen Dampfes immer dem betreffenden Druck und Sättigungspunkt entsprechen wird. Es herrschen somit bei starker Ausdehnung in einem Cylinder zu Anfang und Ende derselben sehr verschiedene Temperaturen; die Wände des Cylinders, des Kolbens und der Deckel werden somit eine mittlere Temperatur annehmen. Da nun gegen Ende der Ausdehnung und namentlich während der Ausströmung der Dampf mit einer großen Fläche in Berührung ist, so wird während dieser Zeit eine erhebliche Wärmemenge von den Wänden auf den ausströmenden Dampf übertragen, wodurch die Temperatur derselben ziemlich niedrig wird. Strömt nun wieder Dampf ein, so verdichtet sich ein Teil desselben an den erkalteten Wänden. Da die Wände des Cylinders etc. stets feucht sind, so wird diese Verdichtung und Wärmeabgabe ziemlich lebhaft stattfinden, so daß also eine gewisse Wärmemenge durch den Cylinder geht, ohne daselbst Arbeit zu verrichten.

Bei der Compoundmaschine wird die Gesamtabnahme der Temperatur mit der Ausdehnung auf zwei Cylinder verteilt, wodurch die Verdichtung und Nachverdampfung sehr vermindert wird; auch wird diejenige Wärmemenge, welche durch Nachverdampfung im Hochdruckcylinder in den Zwischenbehälter gelangt, zum größten Teil im Niederdruckcylinder wieder nutzbar gemacht. Außerdem wird bei dem Compoundsystem der durch die schädlichen Räume der Cylinder verursachte Dampfverlust wesentlich vermindert, sowie ein gleichmäßigerer Druck auf die Kolben erzielt.

Dies sind die allgemeinen Vorzüge des Compoundsystems gegenüber der Ausdehnung in bloß einem Cylinder; bei der Lokomotive treten noch weitere hinzu, welche von Wirkung auf die Brennmaterialersparnis sind. Die Ausdehnung wird hier mit der Coulissensteuerung und einfachen Schiebern geregelt; das hat zur Folge, daß bei geringen Füllungen die Ein- und Ausströmungsöffnungen nur sehr wenig geöffnet werden, so daß bei Füllungsgraden unter $^1/_4$, auch der starken Zusammenpressung wegen, ein wesentlicher Vorteil nicht mehr erzielt wird; andererseits werden die Abmessungen der Cylinder so groß bemessen, daß $^1/_4$—$^1/_3$ Füllung auch bei starker Belastung der Maschine nicht überschritten werde.

Wird bei dem Compoundsystem ein mittleres Querschnittsverhältnis der Cylinder von 1 : 2 angenommen, so kann man mit derselben Steuerung bis zu $^1/_3$ Füllung im kleinen Cylinder, also bis zu $^1/_6$ der Gesamtfüllung gehen. Wird ferner berücksichtigt, daß die Züge selten voll belastet sind, und daß die volle Zugkraft nur auf den stärkeren Steigungen angewandt wird, welche meistens einen geringen Bruchteil der im ganzen durchfahrenen Strecke umfassen, so ist ersichtlich, daß die bei dem Compoundsystem möglichen geringen Füllungsgrade zu ganz überwiegender Anwendung kommen werden, wodurch dem gewöhnlichen System gegenüber ein Vorteil erzielt wird. Ferner ist bei Lokomotiven die Maschinenreibung, namentlich bei mehrfach gekuppelten Achsen, recht bedeutend; da diese Reibung zum größten Teil durch den Druck des Kolbens auf die Kurbelzapfen, Kuppelzapfen und Achshälse hervorgebracht wird, so nimmt dieselbe mit abnehmendem Füllungsgrad zu, da hierdurch die größten Kolbenkräfte immer mehr nach den Hubenden verlegt werden. Diese Erscheinung macht man sich am besten klar, wenn man berücksichtigt, daß in jedem Augenblick die Reibungsarbeit nahezu dem Weg der Kurbel, die Nutzarbeit aber dem Weg des Kolbens proportional ist.

Da nun bei dem Compoundsystem ein gleichmäßigerer Druck auf die Kolben stattfindet, so wird auch die Maschinenreibung und damit die Abnutzung der Triebwerkteile vermindert. Auch sind bei dem Compoundsystem beide Schieber zusammen nur demselben Dampfdruck, wie bei dem gewöhnlichen System jeder Schieber, ausgesetzt, wodurch die Reibung und Abnutzung der Steuerungsteile vermindert wird.

Durch die verstärkte Ausdehnung wird endlich der Dampfschlag so abgeschwächt, daß sich Funken und Flugasche in sehr verringerter Menge zeigen.

Das Compoundsystem ist daher für die Anwendung und Ausnutzung höherer Dampfspannungen besonders geeignet; letztere beträgt bei diesen Lokomotiven in der Regel nicht unter 12 atm Überdruck.

Bei Lokomotiven haben die Versuche mit dem Compoundsystem erst im Jahr 1877 begonnen.

Lokomotiven mit zwei Cylindern. System Mallet.

Es ist das Verdienst des Ingenieurs Mallet in Paris (eines Schweizers) im Jahr 1876 zuerst brauchbare Lokomotiven nach dem von ihm erfundenen Compoundsystem für die Bahn von Bayonne nach Biarritz erbaut zu haben, deren günstige Betriebsergebnisse darauf auch andere Bahnen zu Versuchen mit diesem System ermutigten. Eine der Schwierigkeiten, welche das Compoundsystem mit zwei Cylindern bei Lokomotiven bietet, besteht darin, daß die Maschine nicht ohne weiteres in Gang gesetzt werden kann, wenn die Kurbel des kleinen Cylinders ihrem toten Punkt nahe steht. Während man bei Schiffsmaschinen für diesen Fall kleine Ventile anzubringen pflegt, mittels deren Dampf direkt in den großen Cylinder eingelassen werden kann, ist eine solche Anordnung für den Lokomotivbetrieb bei weitem zu umständlich, da die Lokomotive, insbesondere beim Verschieben, den Handgriffen des Führers sofort Folge leisten muß.

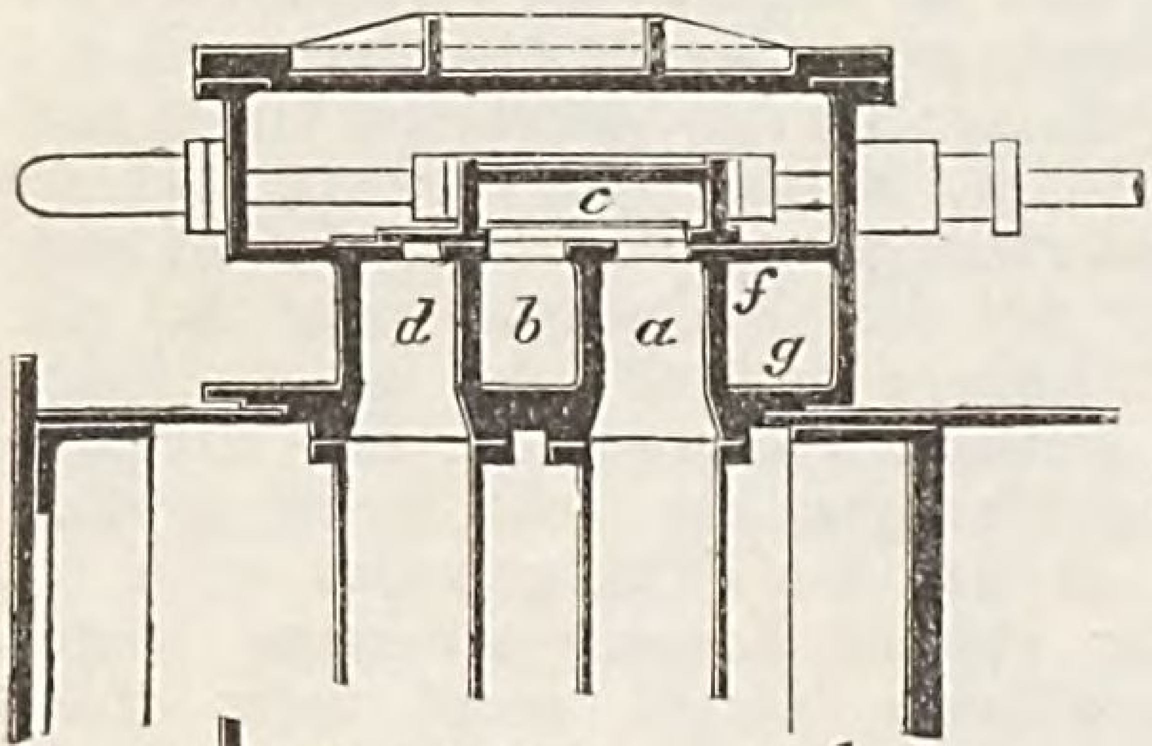
Aus diesem Grund und um die Maschine für sehr veränderliche Kraftleistungen geeignet zu machen, konstruierte Mallet seine Maschine so, daß der Führer dieselbe nach Belieben in eine Maschine nach gewöhnlichem System (von der verschiedenen Größe der Cylinder abgesehen), oder in eine Compoundmaschine verwandeln kann; beim Anfahren und Verschieben, sowie auf starken Steigungen wird dann mit dem gewöhnlichen System, während der sonstigen Fahrt mit Compoundwirkung gearbeitet.

Diese verschiedenartige Arbeitsweise wird durch den in Fig. 459—462 dargestellten Umschalter oder Verteilungsschieber *c* erreicht, welcher sich auf einer mit drei Öffnungen *a*, *b*, *d* versehenen Fläche bewegt und vom Standort des Heizers aus mittels Zugstange und Schraubenkurbel verstellt werden kann. In das oben an der linken Seite der Rauchkammer angebrachte Schiebergehäuse tritt der Dampf vom Regulator her durch das Rohr *f*, dessen Fortsetzung *g* das Einströmungsrohr für den Hochdruckcylinder bildet. Der Kanal *a* führt in das Einströmungsrohr des Niederdruckcylinders, *b* steht mit dem Ausströmungsrohr des Hochdruckcylinders, *d* mit dem Blasrohr in Verbindung.

Bei der in Fig. 459 gezeichneten Stellung des Verteilungsschiebers *c* gelangt der Dampf vom Kessel aus durch das Rohr *g* nur in den Hochdruckcylinder, strömt nach teilweiser Ausdehnung daselbst durch die Kanäle *b* und *a* nach dem Niederdruckcylinder und von diesem durch ein besonderes Rohr wie gewöhnlich nach dem Blasrohr. Die Maschine arbeitet also bei dieser Schieberstellung nach dem Compoundsystem.

Wird der Verteilungsschieber *c* in die Stellung Fig. 460 gebracht, so erhält auch der große Cylinder durch den Kanal *a* Dampf aus dem Kessel, während der aus dem kleinen Cylinder austretende Dampf durch die Kanäle *b* und *a* direkt in das Blasrohr entweicht; die Maschine arbeitet also wie jede andere Lokomotive. Damit die Kraftwirkung der beiden verschieden großen Dampfkolben nicht zu ungleich werde, ist neben dem Verteilungsschieber ein Reduktionsventil *m n* angebracht, welches den direkten Dampf nur mit verringerter Spannung in den Schieberraum, also auch in den großen Cylinder eintreten läßt. Mit Rücksicht auf den Gebrauch der Gegendampfbremse ist die Einrichtung getroffen, daß das Ventil die Verbindung zwischen dem Einströmungsrohr und Schieberraum nie ganz absperren kann; es bleibt vielmehr noch eine Öffnung *o* von angemessenem Querschnitt offen, durch welche der beim Gebrauch der Bremse zurückgedrückte Dampf in den Kessel treten kann. Hiernach ergiebt sich, daß das Triebwerk des großen Cylinders nicht nur beim Fahren mit der Dampfbremse stets, sondern auch gelegentlich beim Anfahren dem vollen Dampfdruck ausgesetzt wird. Das von dem Kanal *a* ausgehende Einströmungsrohr des großen Cylinders, welches nebst

Fig. 459.



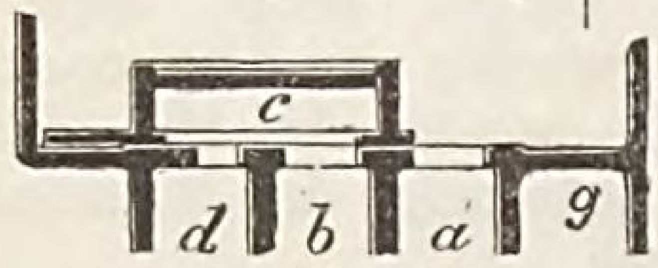


Fig. 460.

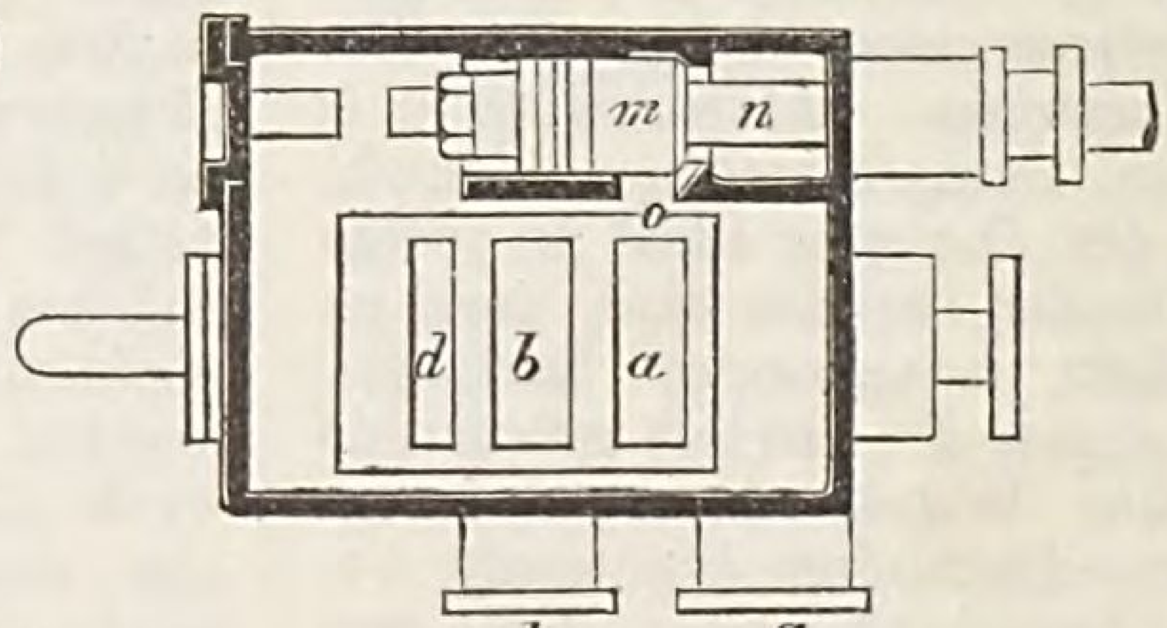


Fig. 461.

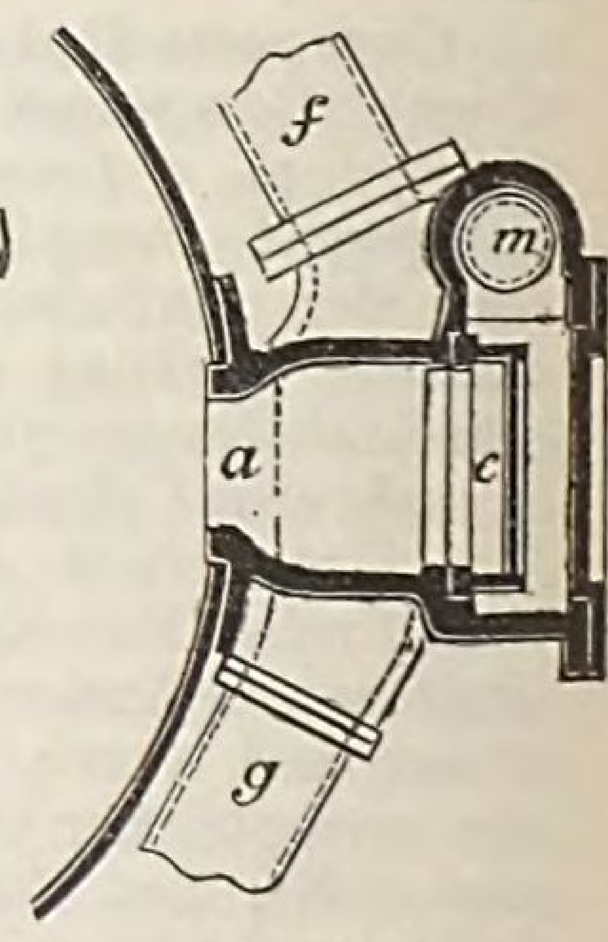


Fig. 462.

dem Rohr *b* den Zwischenbehälter bildet, liegt zum Teil innerhalb der Rauchkammer, so daß der durch dasselbe vom kleinen nach dem großen Cylinder strömende Dampf noch etwas weiter erwärmt, bezw. das bei der ersten Ausdehnung niedergeschlagene Wasser wieder verdampft wird.

Die Einstellung der im übrigen von der gebräuchlichen Coulissensteuerung nicht abweichenden Steuerung erfolgt bei den neueren Mallet'schen Lokomotiven mittels einer Steuerschraube nach der in Frankreich üblichen Konstruktion; die Steuerwelle ist aber geteilt, mit doppelten Hebeln und Schubstangen versehen und steht nur der rechtsseitige Teil derselben, welcher zur Steuerung des großen Cylinders dient, mit der Mutter der Steuerschraube in fester Verbindung. Um dem linken kleinen Cylinder geringere Füllungen als dem großen geben zu können, ist für diesen noch ein besonderer Handhebel vorhanden, dessen Zahn in die Zahnlücken eines, durch die Steuerschraube bewegten Hebelarms eingeklinkt werden kann und welcher durch eine Zugstange mit dem Hebel des linken Teils der Steuerwelle verbunden ist. Es kann also der linksseitige Teil der Steuerwelle mit der linken Coulisse mittels des Handhebels gegen den rechtsseitigen innerhalb der durch Knaggen gegebenen Grenzen verstellt werden, wodurch mithin in beiden Cylindern verschiedene Füllungen herbeigeführt werden können.

Obgleich das System Mallet sehr sinnreich erdacht ist, so läßt dasselbe für den praktischen Eisenbahnbetrieb sowohl bezüglich der Konstruktion als auch der Handhabung an Einfachheit noch zu wünschen übrig. Der Verteilungsschieber ist ein Bestandteil, welcher an anderen Lokomotiven nicht vorhanden ist, und welcher bei großen Lokomotiven unbequeme Abmessungen annimmt. Das Arbeiten mit direktem Dampf ist besonders unvorteilhaft, weil im großen Cylinder die Drosselung durch das Reduzierventil, im kleinen die für die Compoundwirkung berechnete geringe innere Deckung des Schiebers ungünstig wirken. Diese Arbeitsweise muß daher thunlichst auf das Anfahren und das Ersteigen starker kürzerer Steigungen beschränkt werden.

Der Führer wird bisweilen nicht wissen, ob er am besten nach dem gewöhnlichen oder nach dem Compoundsystem arbeiten soll. Der Umstand, daß die Füllungsgrade in beiden Cylindern unabhängig voneinander verstellt werden können, macht eine stets richtige Einstellung derselben während der Fahrt mit dem Compoundsystem mindestens unwahrscheinlich. Mallet hat daher neuerdings eine einfache Steuerungsstellvorrichtung eingeführt, an welcher eine Hebelverbindung derart eingeschaltet ist, daß eine richtige Dampfverteilung gesichert wird.

Das Verstellen des Verteilungsschiebers, nachdem der Zug in Gang gesetzt ist und die darauf folgende Einstellung der Steuerung für das Compoundsystem, sowie das Zurückstellen beider bei der Ankunft auf einer Station, sind Handgriffe, welche an gewöhnlichen Lokomotiven nicht vorkommen und zum Teil durch den Heizer mit erheblichem Kraftaufwand ausgeführt werden müssen. Mallet hat, um diesen Übelstand zu vermeiden, an Stelle des Schiebers ein Doppelventil in Vorschlag gebracht, welches durch einen Dampfkolben gesteuert wird.

Die mit dem Mallet'schen System gegenüber gewöhnlichen Lokomotiven erzielte Brennmaterialersparnis wird zu 15—20% angegeben. Nach demselben sind bis zum Herbst 1889 gegen 50 Lokomotiven ausgeführt worden, und zwar vorwiegend für französische und russische Bahnen, während in anderen Ländern nur einzelne Versuche mit demselben angestellt worden sind.

Dem Mallet'schen System fast gleich ist die Anordnung von Middelberg (1885), welche zwei Dampfcylinder von gleichem Durchmesser, aber verschiedenem Kolbenhub besitzt. Dieselbe ist nur auf den holländischen Eisenbahnen an einigen Lokomotiven eingeführt.

System von Borries.

Dasselbe gelangte zuerst im Jahr 1880 an zwei kleinen Lokomotiven für die preußischen Staatsbahnen zur Ausführung und unterscheidet sich vom System Mallet dadurch, daß 1. nur beim Anziehen mittels einer einfachen selbstthätigen Vorrichtung Dampf von verringerter Spannung dem großen Cylinder zugeführt wird, während die Maschine bei der Fahrt nur mit Compoundwirkung arbeitet; 2. die Steuerung mit einfacher Handhabe und ungeteilter Welle so angeordnet ist, daß für bestimmte Füllungsgrade im kleinen Cylinder selbstthätig die passenden Füllungsgrade im großen Cylinder zur Anwendung gelangen. Jede Willkür der Lokomotivführer ist also ausgeschlossen.

Die Vorrichtung zum Anfahren bestand bei den zuerst versuchsweise nach diesem System erbauten Lokomotiven aus einem engen Kanal in der Schieberfläche des Regulatorschiebers, durch welchen bei ganz geöffnetem Regulator der große Cylinder direkten Dampf erhielt. Da diese einfache Einrichtung für größere Lokomotiven nicht geeignet ist, weil das Anfahren fast stets mit voller Kraft geschieht, so erhielten die 1881—1884 ausgeführten Lokomotiven Reduktionsventile am kleinen Cylinder, durch welche Dampf von $^1/_3$—$^1/_2$ der Eintrittsspannung in den Zwischenbehälter gelangte; dieselben wirkten während des Verschiebens sowie beim Anfahren selbstthätig und wurden während der Fahrt durch den Lokomotivführer geschlossen.

Auch von den Lokomotivfabriken von Schwartskopff in Berlin und Schichem in Elbing wurden ähnlich wirkende selbstthätige Reduktionsventile konstruiert. Alle diese Einrichtungen zeigten indes den Nachteil, daß der beim Anfahren an den Zwischenbehälter eingelassene Dampfdruck auf den Kolben des kleinen Cylinders als Gegendruck wirkte, daß also die Lokomotiven beim Anziehen eine entsprechend verringerte Zugkraft entwickelten, welche für das Anziehen schwerer Züge häufig nicht ausreichte. Es war daher notwendig, für kurze Zeit den vollen Dampfdruck auf den kleinen Dampfkolben und einen nach dem Verhältnis seines Querschnitts verringerten Dampfdruck auf den großen Kolben zur Wirkung zu bringen. Zu diesem Zweck wird seit dem Jahr 1884 von Borries ein Abschlußventil zwischen dem großen Cylinder und dem Verbindungsrohr angebracht, welches beim Anfahren den Zutritt des dem großen Cylinder durch eine enge Öffnung zugeführten direkten Dampfs von verringerter Spannung in das Verbindungsrohr hindert und

somit keinen Gegendruck auf den kleinen Kolben gelangen läßt. Beide Kolben ziehen daher mit vollem Dampfdruck wie bei jeder anderen Lokomotive an. Nach Beginn der Bewegung tritt der Dampf aus dem kleinen Cylinder in das Verbindungsrohr solange über, bis der Druck daselbst demjenigen im Schieberkasten des großen Cylinders gleich geworden ist, worauf sich das Abschlußventil öffnet und die Verbindung zwischen beiden Cylindern herstellt; zugleich wird durch die Bewegung des Ventils der Zufluß direkten Dampfs zum großen Cylinder abgesperrt, so daß die Lokomotive als Compoundmaschine weiter arbeitet. Das Ventil ist in nebenstehender Fig. 463 dargestellt. Der

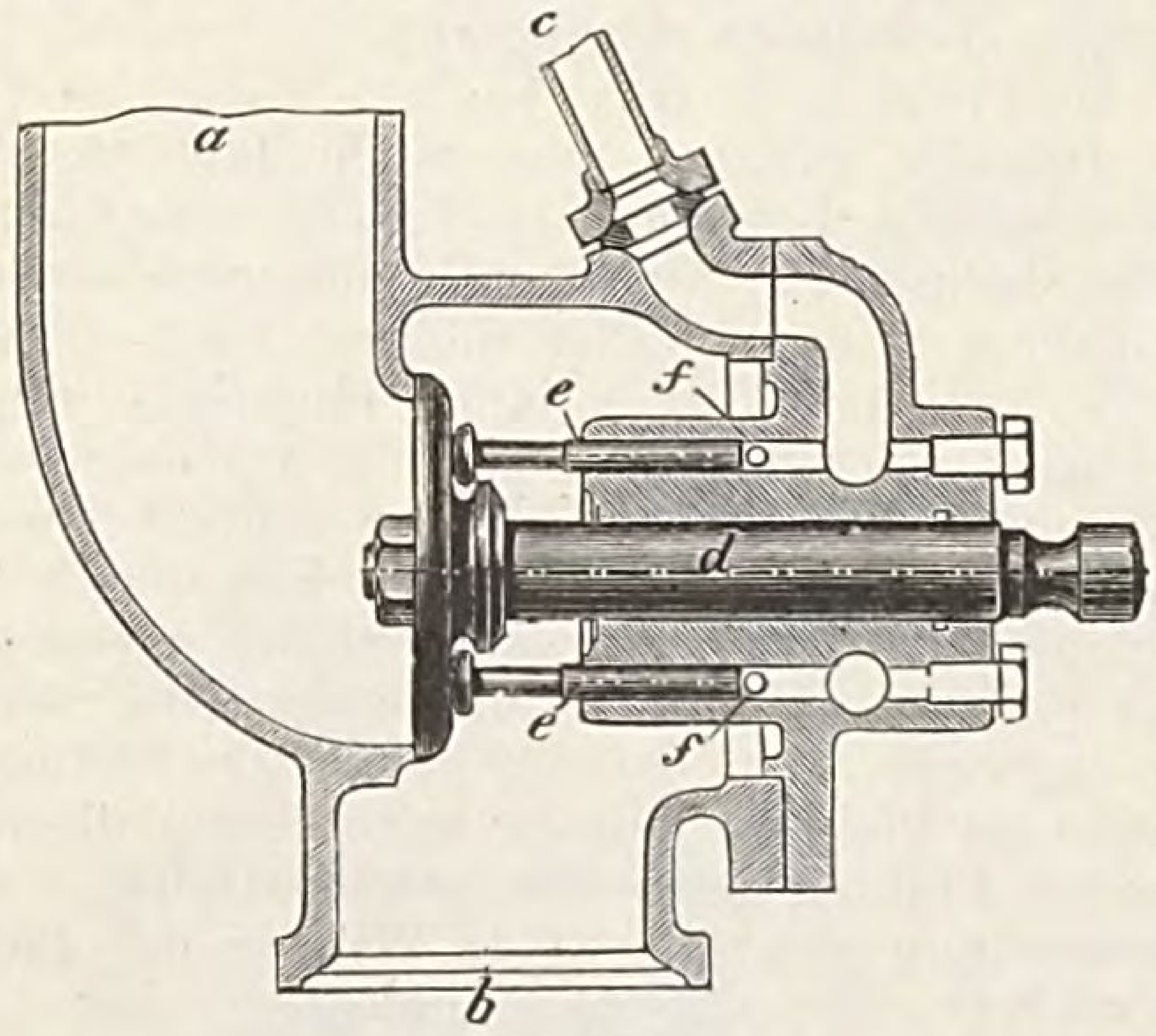


Fig. 463.

Eingang *a* ist mit dem Verbindungsrohr, der Ausgang *b* mit dem Schieberkasten des großen Cylinders, das Rohr *c* mit Einströmungsrohr verbunden.

Beim Anfahren drückt der durch *c* einströmende Dampf auf die kleinen Kolben *e*, schiebt dieselben vor und schließt dadurch das Ventil; dabei werden die seitlichen Bohrungen *f* frei, durch welche alsdann Dampf zum Niederdruckcylinder (*b*) strömt, ohne daß der Hochdruckkolben Gegendruck erhält. Erst wenn nach dem Anfahren der Druck im Verbindungsrohr *a* demjenigen im Schieberkasten des Niederdruckcylinders (*b*) gleich geworden ist, öffnet sich das Ventil durch den, auf den Querschnitt des Schaftes *d* nach außen wirkenden Dampfdruck, schiebt die Kolben *e* zurück und sperrt hierdurch den Zufluß direkten Dampfs zum Niederdruckcylinder ab. Das Ventil wirkt daher ganz selbstthätig, der Lokomotivführer hat keinen Handgriff mehr als bei gewöhnlichen Lokomotiven auszuüben.

Die Steuerung wird bei Lokomotiven mit besonderen Tendern derart angeordnet, daß nur für die Endlagen der Handhabe beide Cylinder gleiche Füllungen erhalten, bei den während der Fahrt vorwärts benutzten Graden von $^3/_{10}$ bis $^5/_{10}$ im kleinen oder im großen Cylinder größere Füllungen stattfinden. Dies wird in einfachster Weise dadurch erreicht, daß die Hebel auf der Steuerwelle nicht gleichgerichtet, sondern gegeneinander geneigt aufgesetzt und die Hängestangen verschieden lang ausgeführt werden, so daß beim Verlegen der Steuerung von vorn nach der Mitte hin die Coulisse des großen Cylinders hinter derjenigen des kleinen zurückbleibt. Bei Anwendung gleichgerichteter Hebel und ungleich langer Hängestangen kann die nötige Verschiedenheit der Füllungsgrade gleichfalls erreicht werden, nur entstehen dann verschiedene Endfüllungsgrade. Durch diese Anordnung wird nicht nur eine sehr gute Dampfverteilung, sondern auch für alle Füllungsgrade eine annähernd gleichmäßige Verteilung der Arbeit auf beide Dampfkolben herbeigeführt.

Bei Compound-Tenderlokomotiven und anderen, welche vielfach rückwärts laufen müssen, wird dieselbe Dampfverteilung für beide Richtungen gleichmäßig nach der Anordnung von Henschel durch einen einfachen Schleifenhebel an der Seite des kleinen Cylinders bewirkt

Das Compoundsystem von Worsdell, im Jahr 1885 auf der englischen Südostbahn zuerst zur Anwendung gelangt, unterscheidet sich von dem beschriebenen nur durch die Anordnung der Anfahrvorrichtung, welche hier aus einer Klappe und besonderem Dampfzulaßventil mit Handhabe besteht. Im übrigen und in der Wirkungsweise stimmen beide Anordnungen völlig überein.

Am Schluß des Jahrs 1889 befanden sich über 600 Lokomotiven von Worsdell und v. Borries im Betrieb, und zwar vorzugsweise auf deutschen (namentlich preußischen Staatsbahnen), englischen und südamerikanischen Eisenbahnen. Dieselben verbrauchen für gleiche Leistungen 15—20% weniger Brennmaterial als gewöhnliche Lokomotiven gleicher Art und besitzen bei gleichem Gewicht größere Leistungsfähigkeit als diese, ohne denselben in betreff der Sicherheit des Betriebs, den Unterhaltungskosten u. s. w. nachzustehen. Bezüglich der letzteren hat sich vielmehr bei einigen im Jahr 1882 beschafften Compound-Güterzuglokomotiven gezeigt, daß die Unterhaltungskosten derselben infolge geringer Abnutzung der Feuerkisten und Kessel in den ersten fünf Jahren und für gleiche Leistungen an Kilometern um 7% geringer als diejenigen der übrigen Lokomotiven derselben Lieferung gewesen sind. Diese Erfahrung findet an dem geringeren Kohlen- und Wasserverbrauch der C. ihre Begründung.

Die Zuführung direkten Dampfs in den Zwischenbehälter beim Anfahren ist im Jahr 1888 durch Lindner und Heinrich wieder aufgenommen worden, und zwar unter Anwendung besonderer Vorrichtungen, welche bei verdeckten Einströmungskanälen am kleinen Cylinder verhindern, daß der Kolben desselben mit der auf seiner Rückseite wirkenden Spannung im Zwischenbehälter der beabsichtigten Bewegung entgegenwirkt. Dieselbe besteht bei Lindner aus engen Kanälen im Schieber, durch welche der Dampf aus dem Zwischenbehälter auch vor den Kolben gelangt, während Heinrich beiden Cylinderenden direkten Dampf zuführt, dessen Rückströmung durch Ventile verhindert wird. Die Zuführung des direkten Dampfs erfolgt durch einen Hahn, welcher von der Steuerungshandhabe direkt mitbewegt wird, so daß er nur in den Endstellungen öffnet, oder durch besondere Kanäle an den Regulatorschiebern, welche nur bei geneigten Stellungen geöffnet sind. Beide Vorrichtungen haben infolge der fehlenden Absperrung des Zwischenbehälters denselben Mangel wie die bereits beschriebenen Reduktionsventile, daß nämlich der

kleine Kolben beim Anfahren Gegendruck erhält.

Lokomotiven mit drei Cylindern. System Webb.

Nach längeren im Jahr 1879 mit einer in das Mallet'sche System umgebauten kleinen Lokomotive begonnenen Versuchen ließ Webb im Jahr 1881 die erste Compound-Schnellzuglokomotive eigenen Systems mit drei Cylindern für die englische Nordwestbahn bauen.

Die Lokomotiven dieses Systems besitzen zwei äußere, zwischen Lauf- und Mittelrädern gelegene Hochdruckcylinder, deren Kolben die hinter dem Feuerkasten liegende Triebachse treiben, und einen großen unter der Rauchkammer gelegenen Niederdruckcylinder, dessen Kolben die an dem Feuerkasten liegende zweite Triebachse treibt; die beiden Triebachsen sind unter sich nicht gekuppelt. Der die Hochdruckcylinder verlassende Dampf wird in zwei Rohrleitungen, welche den Zwischenbehälter bilden, durch die Rauchkammer dem Niederdruckcylinder zugeführt. Die Dampfschieber, welche bei den kleinen Cylindern unter, bei dem großen Cylinder über diesem liegen, werden durch Steuerungen, System Joy, bewegt. Die Handhaben der Steuerungen für die kleinen und den großen Cylinder waren bei den ersten Lokomotiven ganz getrennt; bei den später erbauten ist an der Steuerschraube eine Einrichtung angebracht, welche eine beliebige Feststellung beider Steuerungszugstangen gegeneinander und gemeinsames Verstellen beider gestattet. Mittels eines Hilfsventils kann beim Anfahren auch dem großen Cylinder direkt Dampf gegeben werden.

Die mit Radialeinstellung versehene Laufachse liegt unter, bezw. hinter dem großen Cylinder. Bei Güterzuglokomotiven werden zwei miteinander gekuppelte Achsen durch die Hochdruckcylinder, eine dritte Achse durch den Niederdruckcylinder getrieben.

Nach den von Webb veröffentlichten Angaben sollen diese Lokomotiven sich im Betrieb gut bewähren und bei großer Leistungsfähigkeit weniger Brennmaterial als andere verbrauchen. Von anderen Seiten wird unzuverläßiges Anziehen, großer Brennmaterialverbrauch und Unfähigkeit mit grosser Geschwindigkeit zu laufen, angegeben. Vorteile des Systems sind jedenfalls das Fehlen der Kuppelstangen und der gute Ausgleich der Masse der Triebwerksteile. Nachteile: Unsicheres Anziehen, da bei ungünstiger Stellung des Niederdruckkolbens nur die andere Triebachse zur Wirkung gelangt, ungleichmäßige Zugkraft, welche mangelhafte Ausnutzung der Adhäsion der Triebräder und bei geringer Geschwindigkeit eine schaukelnde Bewegung des Zugs bewirkt, vermehrte Reibung im Triebwerk, höhere Beschaffungs- und Unterhaltungskosten infolge vergrößerter Anzahl der Triebwerksteile. Die Zahl der nach diesem System ausgeführten Lokomotiven betrug Ende 1889 etwa 100 Stück; die Mehrzahl derselben befindet sich auf der englischen Nordwestbahn im Betrieb.

Die französische Nordbahn hat im Jahr 1887 nach Entwürfen von Sauvage eine C bauen lassen, welche einen inneren Hochdruck- und zwei äußere Niederdruckcylinder besitzt. Ersterer tritt nur für die Fahrt vorwärts in Wirksamkeit und hat einen, durch ein festes Excenter bewegten Schieber mit schrägen Kanten, durch dessen seitliche Verschiebung der Füllungsgrad verändert werden kann; in der äußersten Stellung läßt dieser Schieber die Einströmungskanäle zum Teil ganz offen, so daß der Dampfkolben außer Wirksamkeit tritt und die beiden äußeren Cylinder wie bei einer gewöhnlichen Lokomotive allein arbeiten. Beim Anfahren und Ersteigen starker Steigungen arbeitet die Lokomotive daher nicht mit Compoundwirkung. Die Kuppelstangen sind beibehalten, die ganze Anordnung ist nicht einfach. Im Vergleich mit dem Webb'schen System zeigt diese Lokomotive den Vorzug, starke Zugkraft beim Anziehen und Vermeidung der schaukelnden Bewegung der Wagen, hat aber den Nachteil der Kuppelstangen und der schwierigen Handhabung. Betriebsergebnisse sind noch nicht bekannt geworden.

Lokomotiven mit vier Cylindern.

Die einfachste Anordnung der C. mit vier Cylindern ist diejenige, bei welchen je ein Hoch- und ein Niederdruckcylinder hintereinander liegen, deren Kolben an derselben Kolbenstange anleiten und deren Schieber durch dieselben Schieberstangen bewegt werden. Diese Anordnung, welche die Arbeitsweise der alten Woolf'schen Maschine nachahmt, ist im Jahr 1883 von der Boston - Albany - Bahn und im Jahr 1886 von der Nordbritischen Bahn ohne Erfolg an je einer Lokomotive versucht worden. Seit 1887 sind mehrere vierfach gekuppelte Güterzuglokomotiven der französischen Nordbahn nach demselben System, jedoch mit gemeinsamem Dampfschieber umgebaut worden und soll dadurch eine geringe Steigerung der Leistungsfähigkeit und verminderter Kohlenverbrauch erzielt worden sein.

Dieselbe Bahn hat im Jahr 1888 eine Schnellzuglokomotive bauen lassen, bei welcher zwei innere Hochdruckcylinder auf die erste, zwei äußere Niederdruckcylinder auf die zweite Triebachse wirken, welche nicht miteinander gekuppelt sind. Diese Lokomotive soll gut arbeiten und einen Minderverbrauch an Kohlen von 9% ergeben haben. Die Beschaffungs- und Unterhaltungskosten werden infolge der doppelten Zahl aller Triebwerksteile erheblich größer wie bei anderen Lokomotiven sein.

Sechs andere C. mit vier Cylindern und zwei, drei und vier gekuppelten Achsen sind im Jahr 1889 von der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn erbaut worden, und zwar unter Anwendung eines Dampfüberdrucks von 15 atm. Betriebsergebnisse derselben sind zur Zeit noch nicht bekannt geworden.

Als Nachteil der Anordnung ist die große Zahl der Triebwerksteile und die Beibehaltung der Kuppelstangen zu bezeichnen.

Eine besondere Gattung der C. mit vier Cylindern bilden diejenigen, bei welchen die Hochdruckcylinder einen Satz Triebachsen treiben, dessen Gestell mit dem Kessel verbunden ist, während die Niederdruckcylinder mit einem zweiten Satz Triebachsen an einem besonderen beweglichen Gestell angebracht sind. Diese Anordnung, welche im Jahr 1887 zuerst von Mallet zur Ausführung gebracht wurde, ist bestimmt, die „Fairlie"-Lokomotiven zu ersetzen und hat vor denselben neben der weit besseren Ausnutzung der Dampfkraft den Vorteil, daß durch die beweglichen Rohrleitungen nur Dampf

von geringer Spannung (derjenige des Zwischenbehälters) strömt. Derartige Lokomotiven, welche bei sechs Triebachsen ein Gewicht von 85 bis 90 t erhalten können, dürften für den Betrieb von Bahnen mit starken Steigungen in Zukunft große Bedeutung erlangen.

Die Gesamtzahl der C. mit vier Cylindern betrug Ende 1889 etwa 50 Stück, darunter 20 mit besonderem Gestell für die Niederdruckmaschine. Letztere sind vorzugsweise für schmale Spur bestimmt.

Die große Zahl der bereits ausgeführten C. und die Verschiedenartigkeit der versuchten Konstruktionen lassen erkennen, daß eine große Zahl von Eisenbahntechnikern die Einführung des Compoundsystems als notwendig betrachtet, um die Leistungsfähigkeit und Sparsamkeit der Lokomotiven zu steigern. Von den angeführten Konstruktionen hat das System Worsdell und v. Borries bisher die größte Verbreitung gefunden. Nur für Lokomotiven von außergewöhnlicher Zugkraft, welche die Anwendung von mehr als zwei Cylindern nötig macht, findet das Mallet'sche System mit zwei Gestellen und vier Cylindern Eingang.

S. u. a. Referat des dritten internationalen Eisenbahnkongresses, Question X, „Principe Compound", Paris 1889; ferner über die einzelnen Systeme, und zwar: System W o r s d e l l und v. B o r r i e s: Organ f. d. Fortschritte d. Eisenbahnw., 1887 S. 16, 1888 S. 22, 249, 1889 S. 27, 210, 222; Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1886, Nr. 48; Glasers Annalen, 1889 Nr. 283, 1890 Nr. 305, dann Revue générale des chemins de fer, Dezember 1885, Dezember 1886, April 1887, Mai 1888; System M a l l e t: Étude sur l'utilisation de la vapeur dans les locomotives et l'application à ces machines du fonctionnement compound, Paris 1877; Revue générale des chemins de fer, März 1879, Dezember 1886, November 1888; Schweizerische Bauzeitung, 1890, Nr. 13; System W e b b: Organ f. d. Fortschritte d. Eisenbahnw., 1888 S. 207, 1889 S. 210; Revue générale des chemins de fer, Oktober 1882, März 1884, Dezember 1884, Februar 1885, Juni 1888. Über die Lindner'sche Anfahrvorrichtung für C. s. Organ f. d. Fortschritte d. Eisenbahnw., 1888 S. 299, Über die C. der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn s. Baudry, Note sur les locomotives Compound, P.-L.-M., Paris 1889.

v. Borries.

Conrad, F. W., geboren am 15. Februar 1800 zu Spaarndam, Sohn des Generalwasserbaudirektors desselben Namens, übernahm 1839 die Leitung des Baues der holländischen Eisenbahn von Amsterdam nach Haarlem.

Im Jahr 1840 wurde C. definitiv mit der Leitung des Baues der holländischen Bahn betraut, die er bis Rotterdam vollendete. Die vielen Drehbrücken wurden seinen Ideen entsprechend ausgeführt und fanden die sogenannten K r a h n b r ü c k e n bei dieser Linie vielfache Anwendung. Diese ganz von C. herrührende Brückenkonstruktion war während vieler Jahre in den Niederlanden sehr beliebt und wurde in zahllosen Fällen ausgeführt.

Schwierigkeiten bei der durch kein Gesetz erleichterten Expropriation veranlaßten C., in der Nähe der Stadt Delft auf mietweise erstandenem Terrain einen merkwürdigen Kurvenkomplex von fünf unmittelbar aneinander schließenden Bögen zu bauen, welche auf einer Bahnlänge von 730 m eine Länge von 658 m Kurven von einem Halbmesser von 65—58 m aufweisen.

Der Zweck, den unwilligen Eigentümer der erwünschten Grundstücke zu überzeugen, daß man von ihm unabhängig sei, wurde nach viertägigem Betrieb auf dieser provisorischen Bahn erreicht und kam sohin der Eigentümer der Grundstücke der Bahn durch Abtretung derselben entgegen.

C. arbeitete in seiner Stellung als Regierungskommissär bei der holländischen Eisenbahnverwaltung die Idee zur Einsetzung eines Eisenbahnrats aus, welche Idee zwanzig Jahre später durch Schaffung des Oberaufsichtsrats in Erfüllung ging.

Im Jahr 1850 wurde C. Präsident der ersten Telegraphengesellschaft in den Niederlanden, nachdem er selbst schon im Jahr 1845 den Telegraphen auf der Eisenbahn von Amsterdam nach Haarlem eingeführt hatte.

Im Jahr 1853 nahm C. seine Entlassung als Direktor der holländischen Eisenbahngesellschaft, um welche er sich die größten Verdienste erworben hatte. Perk.

Controlling Interest, eine in den Vereinigten Staaten eigentümliche Art der Verschmelzung von Eisenbahngesellschaften. Die eine Gesellschaft erwirbt soviele stimmberechtigte Aktien derjenigen Gesellschaft, mit welcher sie sich verschmelzen will, daß sie über die Mehrheit der Aktien in den Generalversammlungen verfügt. Da gesetzlich jede Aktie eine Stimme hat, und eine Vertretung der Aktionäre unbeschränkt zulässig ist, so begegnet ein solches Verfahren in der Regel um so geringeren Schwierigkeiten, als die zu erwerbenden Eisenbahnen vielfach erst in den Anfängen ihrer Entwicklung begriffen und ihre Aktien zu geringen Preisen zu erwerben sind. Während eine solche Eisenbahn für den Uneingeweihten und nach außen hin scheinbar selbständig weiter besteht, wird sie thatsächlich von der erwerbenden Gesellschaft verwaltet. Vielfach findet dies auch darin Ausdruck, daß dieselben Personen an der Spitze der verschiedenen Unternehmungen stehen. Der Grund einer derartigen Maßnahme ist verschieden. Durch Staatsgesetze, durch Konzessionen werden zuweilen vollständige, d. h. auch formelle Verschmelzungen verschiedener Unternehmungen untersagt. Bei der Abneigung zahlreicher Bevölkerungskreise gegen die immer mehr wachsende Ausdehnung der Monopole sucht man deren Umsichgreifen durch solche Verbote zu vermeiden, welche dann von den Gesellschaften durch Erwerb einer C. an der zu erwerbenden Unternehmung umgangen werden. Eine formelle Trennung der Unternehmungen erleichtert auch unter Umständen die materielle Trennung, wenn eine der Gesellschaften schlechte Geschäfte macht.

v. d. Leyen.

Cooke, James, geboren 1828 zu Ohio, kam nachdem er in seiner Vaterstadt das Allernotwendigste in den Primärschulen gelernt hatte, nach Philadelphia in das Bankgeschäft von C. W. Clarke. Durch Fleiß und Reellität brachte er es dahin, daß er Gesellschafter von Clarke wurde. Als C.'s Verwandter, Salomon Chase, unter Lincoln Finanzminister wurde, da benutzte C. diesen Umstand zu seinem Vorteil,

gründete mit seinem Schwager Moorhead das Bankhaus Jay Cooke & Co. und wurde durch Vermittlung von Chase zum Finanzagenten der Vereinigten Staaten ernannt. In dieser Eigenschaft negociierte C. die enorme Anleihe, durch welche der Krieg gegen die konföderierten Südstaaten mit Erfolg geführt werden konnte. C. gründete unter anderen großen Unternehmungen die Nord-Pacificbahn und erwarb sich hierbei ein großes Vermögen; gleichwohl ging er schließlich an und mit diesem Unternehmen zu grunde. Näheres hierüber s. Leyen, Die nordamerikanischen Eisenbahnen in ihren wirtschaftlichen und politischen Beziehungen, Leipzig, 1885, S. 79 ff.

Cooks Rundreisekarten (*Cook's Tours*), Rundreisekarten, welche von den englischen Reiseunternehmern Thomas Cook and Son in London in Form von Couponbüchern für beliebige Reisen zusammengestellt und verkauft werden. Im Jahr 1841 sind die ersten C. für Reisen in England zur Ausgabe gelangt, 1856 wurde das Geltungsgebiet auf Frankreich, 1863 auf die Schweiz und Italien, 1870 auf Deutschland, Holland und Belgien, seither auch auf Österreich, Skandinavien, Rußland, den Orient etc. ausgedehnt. Die einzelnen Streckencoupons bezieht der Unternehmer in beliebiger Zahl gegen Bezahlung von den betreffenden Bahnanstalten, und obliegt ihm sonach nur die Zusammenstellung der Coupons für die von dem Reisenden gewünschte Fahrt. Je nach der Route haben die C. eine Gültigkeitsdauer von 30, 35, 40, 45, 60, 90 und 120 Tagen, selbst von sechs Monaten und einem Jahr zu allen fahrplanmäßigen Zügen mit entsprechender Classe. Einzelne Coupons haben ohne Vorweisung des Umschlagblatts keine Gültigkeit, ebensowenig solche, welche nicht mit dem Trockenstempel der betreffenden Eisenbahnverwaltung versehen sind. Bei der Ausgabe müssen die C. mit einem sogenannten Durchschlagstempel abgestempelt sein. Fahrtunterbrechung ist auf den Couponstationen und den auf den Coupons aufgedruckten Aufenthaltsstationen innerhalb der Gültigkeitsfrist gestattet. Freigewicht wird meist für 25 kg Reisegepäck gewährt.

Außer den Coupons für die Eisenbahnlinien und Schiffsverbindungen enthalten die C. vielfach auch Hotelcoupons, das sind Anweisungen für Wohnung und Beköstigung der Reisenden in bestimmten Hotels.

Der Verkauf der C. findet sowohl im Centralbureau der Firma Cook and Son in London als auch in ihren zahlreichen Filialen am Kontinent, in Amerika, Asien, Afrika und Australien statt.

Coqkerill, John, berühmter Industrieller, geboren am 3. August 1790 zu Haslington in Lancashire, gest. 19. Juni 1840 zu Warschau, genoß mathematischen Unterricht bei seinem Vater und gründete die große weltberühmte Anstalt zu Seraing, wo sich ein gewaltiges Eisenbahnschienenwalzwerk und eine große Lokomotivfabrik befindet; dieselbe hat fast sämtliche Bahnen des Kontinents mit ihren Erzeugnissen versehen. Jährlich werden gegen 100 Lokomotiven geliefert. Nach seinem Tod wurde das Etablissement von einer Gesellschaft um 15 Mill. Frcs. übernommen.

Cosel-Oderberger Bahn, s. Preußische Staatseisenbahnen.

Costa-Rica, s. Amerika X.

Cosyns' Querschwelle, eine von Cosyns, Direktor der Hüttenwerke „Société anonyme de Marcinelle et Couillet“ bei Charleroi, bereits 1862 eingeführte eiserne Querschwelle mit liegendem doppelt *T*-förmigen Querschnitt, s. Eiserner Oberbau.

Cottbus-Großenhainer Eisenbahn (161,11 km), ehemals Privateisenbahn mit dem Sitz der Direktion in Cottbus, gegenwärtig verstaatlicht. Die teils im Königreich Preußen, teils im Königreich Sachsen gelegene C. besaß eigene Linien: 154,50 km, und zwar: von Frankfurt über Cottbus und Ruhland nach Großenhain (152,54 km) mit dem Verbindungsgleis nach dem Bahnhof Altstadt in Cottbus (0,97 km) und dem Anschluß der Strecke Ruhland-Lauchhammer von Ruhland bis zur Elsterbrücke (0,99 km). Außerdem betrieb die C. die Strecke Ruhland-Lauchhammer (6,61 km) der Oberlausitzer Eisenbahn (s. d.)

Die Konstituierung der Cottbus-Großenhainer Eisenbahngesellschaft erfolgte unterm 19. Juli 1868, und erhielt die Aktiengesellschaft unterm 29. Juli, bezw. 24. September 1868 die Konzession zum Bau und Betrieb der Linie von Cottbus nach Großenhain seitens der beteiligten Staaten Preußen und Sachsen, nachdem zwischen diesen wegen Ausführung der Bahn ein bezüglicher Staatsvertrag zustande gekommen war.

Der Bau wurde im Herbst 1868 begonnen und die ganze Strecke Cottbus-Großenhain am 20. April 1870 eröffnet. Auf Grund eines mit der Leipzig-Dresdner Eisenbahncompagnie am 4. März, bezw. 8. Mai 1869 abgeschlossenen Vertrags übertrug die C. den Betrieb der Bahn (von dem Eröffnungstage ab) dieser Gesellschaft. Als der C. 1874 (11. Mai) die landesherrliche Genehmigung zur Fortsetzung ihrer Bahn von Cottbus nach Frankfurt a. d. Oder unter der Bedingung erteilt wurde, daß sie nunmehr auf allen ihren Linien, nicht nur auf den neuen Strecken, den Betrieb selbst führe, sah sie sich veranlaßt, den bis 30. Dezember 1880 geltenden obgenannten Betriebsvertrag mit der Leipzig-Dresdner Gesellschaft zu kündigen. Zugleich schloß die C. mit der Oberlausitzer Bahn einen Vertrag, wonach beide Bahnen unter gemeinsamer Direktion und Verwaltung geführt werden sollten. In der That übernahm die C. mit 1. Juni 1874 den Betrieb auf ihren eigenen Linien und auf jenen der Oberlausitzer Bahn. Die Strecke Cottbus-Frankfurt a. d. Oder wurde am 31. Dezember 1876 eröffnet und von der gemeinsamen Direktion bis 1. Juli 1878 geführt. Von jenem Tag ab betrieb die C. die ihr eigentümlichen Linien selbständig, während der Betrieb der Oberlausitzer Bahn mit Ausnahme der Strecke Ruhland-Lauchhammer auf die Berlin-Anhaltische Eisenbahngesellschaft überging.

Das Anlagekapital betrug 1877: 18 675 000 Mk., hiervon 6 000 000 Mk. Stammaktien à 300 Mk., 9 000 000 Mk., Stammprioritätsobligationen à 600 Mk. und 3 675 000 Mk. Prioritätsobligationen. Bis 1876 war die Rentabilität keine ungünstige, das Anlagekapital verzinste sich mit durchschnittlich 5—6%. Seit 1877 sank die Rentabilität aber bedeutend, und betrugen die Dividenden durchschnittlich kaum 1%.

Im Jahr 1881 trat der preußische Staat mit der Gesellschaft behufs Ankaufs in Unterhandlungen, welche dahin führten, daß die

Bahn laut Gesetz vom 28. März 1882 mit Rechnung vom 1. Januar 1881 am 1. Mai 1882 in die Verwaltung und den Betrieb des Staats überging, der mit 1. September 1883 bei Übernahme der Anleihen auch das Eigentum erwarb. Der Staat gab zuerst ab 1. Januar 1881 den Stammaktien eine feste Rente von 3% und den Stammprioritätsaktien eine solche von 5%. Später wurden die Aktien in vierprozentige Konsols umgetauscht und zahlte der Staat für vier Stammaktien à 300 Mk. 900 Mk. und für zwei Stück Prioritätsstammaktien à 600 Mk. 1500 Mk.

Bezüglich der Zweigbahn Ruhland-Lauchhammer trat der Staat an Stelle der C. in den Vertrag ein. Nach Beendigung der Liquidation löste sich 1885 die Gesellschaft auf.

Gegenwärtig unterstehen die Linien der C. der kgl. Eisenbahndirektion Berlin.

Coulisse, s. Dampfmaschinen.

Coulissensteuerung, s. Dampfmaschinen.

Coulomb, elektrische Maßeinheit, s. Elektromagnetismus.

Coulombs Hypothese des Prismas vom größten Druck oder Schub, aufgestellt im Jahr 1773 (Mémoires des savants étrangers), liegt der noch jetzt vielfach üblichen Theorie des Erddrucks zu Grunde, welche voraussetzt, daß sich bei Störung des Gleichgewichts einer regelmäßig geformten Erdmasse ein endliches Erdprisma löse, indem sich eine vom Fuß der Böschung aufsteigende Bruchebene bildet. Die C. besagt, daß für den Druck der Erde auf eine sie stützende Wand jenes Prisma maßgebend sei, welches in der Richtung der Bruchebene den größten Schub ausübe. Die Lage der Bruchebene wird dementsprechend nach den Regeln der Differentialrechnung aufgesucht; s. Erddruck.

Loewe.

Coupé, Wagenabteilung, ein durch Innenwände abgeschlossener Teil eines Personenwagens; die C. an den Enden des Wagens nennt man Stirncoupés, im Gegensatz zu Innen- (Mittel-) Coupés; man spricht, falls zwei gegenüberliegende Sitzbänke angebracht sind, von einem ganzen C. im Gegensatz zum Halbcoupé, in welchem nur eine Sitzbank vorhanden ist. Liegt das Halbcoupé am Ende des Wagens und sind an der Stirnwand besondere Fenster angebracht, so nennt man dieses C. ein Bâtardcoupé. Nach der Verwendung der C. unterscheidet man Frauencoupés (s. d.), ferner C. für Raucher (s. Rauchcoupés) und Nichtraucher, dann Dienstcoupés, für die in dienstlicher Funktion reisenden Organe der betreffenden Bahngesellschaft, Kurscoupés für durchreisende Passagiere, um selbe vor öfteren Störungen zu schützen, dann Schlafcoupés, deren Sitzplätze in Schlafstellen umgewandelt werden können. Nach den Tarifen der meisten Bahnen können Reisende gegen Zahlung der Gebühr für eine bestimmte Anzahl von Plätzen ein ganzes C. in Anspruch nehmen, welches sohin als „bestelltes oder gemietetes C." erkenntlich gemacht wird. Über die Einteilung, Zahl und Bezeichnung der C. in den Personenwagen s. d.

Coupélampe, s. Beleuchtung der Eisenbahnwagen.

Coupéschlüssel, s. Wagenschlüssel.

Coupéwagen, aus mehreren durch Zwischenwände abgeschlossenen Abteilungen (Coupés) bestehende Personenwagen, bei denen die einzelnen Abteilungen mittels der an beiden Seitenwänden angebrachten Thüren zugänglich sind. Die C. bilden die ursprüngliche, den Landkutschen entlehnte Form der Personenwagen, welche von England aus sich in ganz Europa Eingang verschafft hat und noch heute als das herrschende System bezeichnet werden kann. Den Gegensatz zu dem englischen Coupésystem bildet das amerikanische (Durchgangs- oder Interkommunikations-) System, bei welchem die Thüren an den Stirnwänden der Personenwagen angebracht sind und die Kommunikation innerhalb des Wagens durch einen in der Längsrichtung des Wagens angebrachten, denselben durchschneidenden Mittelgang vermittelt wird, von welchem aus die Sitzplätze zugänglich sind.

Die hauptsächlichsten Vorteile des englischen Systems liegen vom Betriebsstandpunkt in der Möglichkeit einer schnellen Leerung und Füllung der Wagen, sowie der zweckmäßigeren Zusammenstellung der Züge (da die C. nicht groß und deshalb leicht sind), vom Standpunkt des Publikums in der größeren Ruhe bei längeren Fahrten. Die Nachteile der C. liegen vom Betriebsstandpunkt in dem Erfordernis einer zahlreicheren Bedienungsmannschaft, in der Unbequemlichkeit der Billetkontrolle, vom Standpunkt des Publikums in der Beschwerlichkeit beim Ein- und Aussteigen wegen der steilen Treppen, in der Gefährlichkeit der Seitenthüren, sowie in der Schwierigkeit der Anbringung der Klosetts, endlich in der Absperrung der Reisenden von jeder Kommunikation mit dem Zugspersonal und den im selben Wagen Mitreisenden. Um die Vorteile des Coupésystems mit jenem des amerikanischen Systems zu vereinigen, stellt man im Innern des Wagens eine Kommunikation her, welche nicht durch die Coupés gelegt ist; zu diesem Behuf bringt man entweder bei den mit Thüren an den Stirnwänden versehenen Wagen den Gang seitlich an der Längswand des Wagens an und schließt die Coupés durch Schiebthüren (System Heusinger von Waldegg) oder man bringt seitlich je eine Thür an, durch welche von einem teils quer, teils seitlich laufenden Gang aus die einzelnen Coupés zugänglich sind. Die erstere Disposition bezeichnet man als Interkommunikationswagen mit Seitengang, die letzteren als C. mit innerer Kommunikation. Näheres über die Vor- und Nachteile der C., sowie der Durchgangswagen s. unter Personenwagen.

Coupieren der Billets (*To check the tickets; Contrôler les billets à l'emport-pièce*), Bezeichnung der Fahrlegitimationen mittels der sogenannten Coupierzangen (s. d.). Die näheren Bestimmungen, wann, wo und wie die Billets coupiert werden sollen, enthalten die besonderen Dienstinstruktionen der einzelnen Eisenbahnverwaltungen. Das C. erfolgt entweder beim Eintritt der Reisenden in die inneren Bahnhofräumlichkeiten (Wartesäle) beim Einsteigen in die Wagen oder auch während der Fahrt selbst.

Coupierzangen, Decoupierzangen (*Ticket nippers,* pl.; *Pinces,* f. pl., *à découper les billets*), Vorrichtungen, mittels deren die Fahrlegitimationen (sowie auch Bahnhofeintrittskarten) von Thürstehern oder Schaffnern in bestimmter Form zu dem Zweck gekennzeichnet werden, um die wiederholte Benutzung der Karte auszuschließen, bezw. ihre Gültigkeit zu begrenzen.

Mittels der C. werden die Karten entweder nur durchlocht (dreieckig, viereckig, rund) oder überdies mit Kontrollbuchstaben, Zugsnummer und Datumangabe versehen, und zwar werden Buchstaben und Nummern entweder mittels Tiefdruck eingepreßt oder durch die Karte durchgeschlagen. Die C. aller Konstruktionen bestehen aus zwei zangenartig durch ein Scharnier verbundenen Hebelarmen, welche durch eine Feder in normaler Stellung auseinandergehalten und durch eine Handbewegung aneinandergedrückt werden.

Durch das Andrücken der beiden Zangenarme erfolgt die Vorwärtsbewegung des Durchschlagdorns, bezw. des Typeneinsatzes gegen den mit entsprechenden Öffnungen versehenen Schlitz, in dem sich die Karte befindet, wobei die letztere entsprechend der Form des Dorns oder der Typen markiert wird.

Die einfachste Konstruktion der C. ist jene in Fig. 464, bei welcher nur ein Durchschlag der Karte erfolgt. Fig. 465 stellt eine C. dar, welche zum Aufdrucken von Nummern und Buchstaben eingerichtet ist; bei derartigen C. werden Kontroll- und Zugsnummern, sowie Tags- und Monatsangaben mittels messerartiger

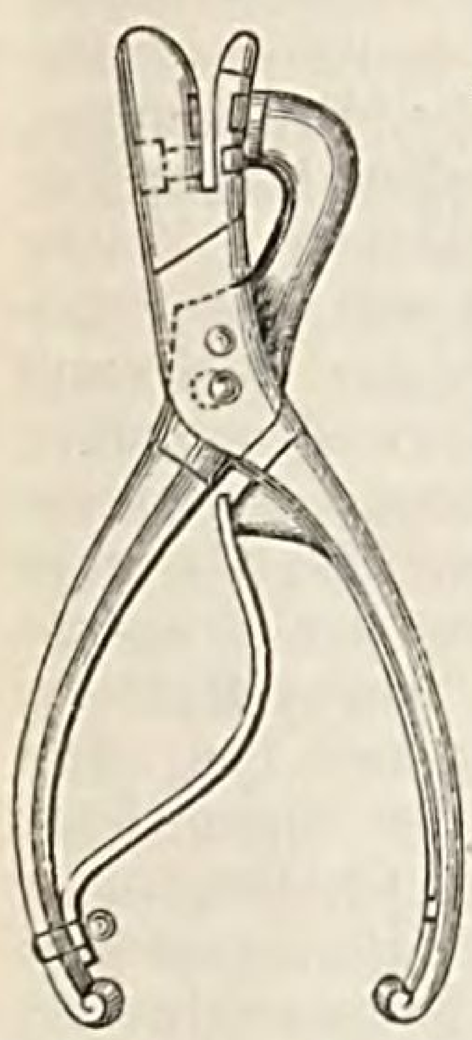


Fig. 464.

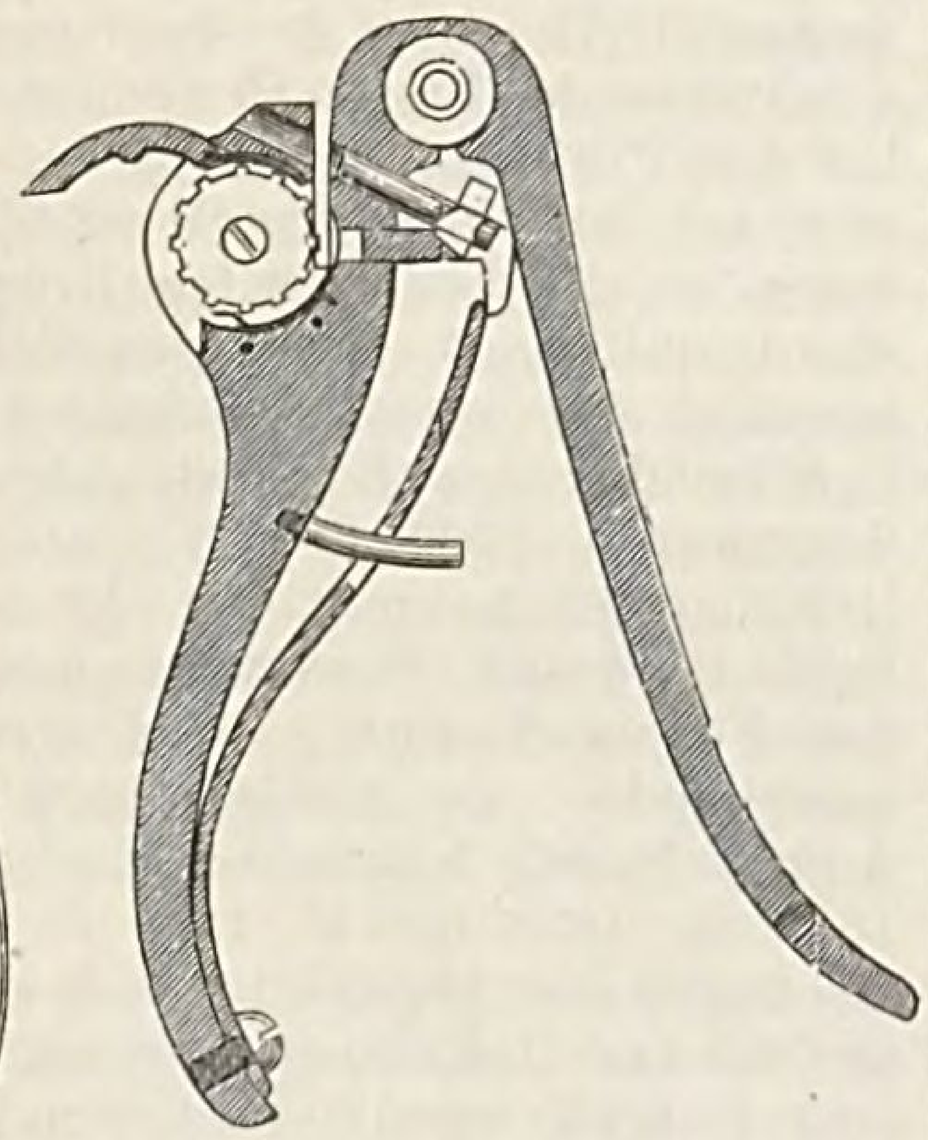


Fig. 465.

Stahltypen aufgedrückt, welche entweder fallweise in den Einsatz der C. eingeschoben werden oder aber auf verstellbaren Rädern an der Zange angeordnet sind. Die C. (Fig. 465) (System Blaziček) enthält letztere Anordnung; die Zahl der parallel laufenden Räder richtet sich nach der Art der Markierung; zwei Räder enthalten die Typen für den Druck des Kalendertags, eines jene für die Monatsangabe; weitere Räder können mit Typen für die Zugs- und Kontrollnummern versehen werden. Die Einstellung der Typen in den Rädern erfolgt durch Vorwärtsbewegung der letzteren mittels eines Stifts.

Statt der meist verwendeten Tiefdrucktypen oder der durch eine Anzahl kleiner Perforierungen gebildeten Typen verwendet die Firma Mayer & Greß in Wien solche, welche die Karte in der Form der gewünschten Buchstaben, Ziffern oder Zeichen ganz durchlochen oder durchschneiden. Diese Typen bestehen aus ineinanderpassenden Ober- und Unterteilen, bezw. Stempeln und Matrizen, welche in den Ober- und Unterteil der Zange passen. Die Markierung mittels dieser zusammensetzbaren Durchschneidetypen ist sehr deutlich und schließt jede Fälschung aus; die C. von Mayer & Greß, welche bei der österreichischen Südbahn in einer größeren Anzahl von Exemplaren in Verwendung steht, dürfte trotz ihrer Vorzüge mit Rücksicht auf ihren hohen Preis, sowie auf die Kraftanstrengung, welche ihre Bethätigung erfordert, kaum weitere Verbreitung finden.

Vielfach sind die C. mit einem Ansatz versehen, welcher zur Anbringung eines Coupéschlüssels (s. Waggonschlüssel) bestimmt ist.

Bei den kontinentalen Bahnen herrscht außerordentliche Verschiedenheit in der Konstruktionsart der verwendeten C. Nur die Eisenbahnen Großbritanniens haben eine von der Konferenz der Superintendents des Railway clearing House empfohlene C. fast allgemein angenommen. Mit dieser C. wird auf der unteren Hälfte des Billets ein kleines Dreieck ausgestoßen und zugleich oberhalb desselben eine Nummer oder ein Buchstabe eingeprägt. Die Zahlen und Buchstaben, welche bei den einzelnen Bahnen zur Anwendung kommen, sind in den General Arrangements relating to coaching traffic des Clearing House angegeben.

Dr. Röll.

Couvreux' Trockenbagger, s. Bagger.

Crampton, Thomas Rusell, geboren 6. August 1816 zu Broadstairs (Kent) gestorben 19 April 1888 in London, ging, nach Besuch einer Privatschule, am 21. Mai 1831 als Lehrling für Maschinenfach in das Geschäft des Ingenieurs J. Hague in London über und wurde nach der Lehrlingszeit Hilfsingenieur des älteren Brunel. Später wurde er von Sir Daniel Gooch, unter welchem er die erste Lokomotive der Great Western Bahn entwarf, und von den Herren Rennie beschäftigt, bis er 1848 ein eigenes Geschäft gründete. Er nahm als Verfechter der engen Spur lebhaften Anteil an der „Battle of gauges"; seine Hauptthätigkeit bis Ende der Vierzigerjahre war jedoch der Entwicklung der Lokomotive gewidmet. Das Ergebnis seiner Studien, die Lokomotive „Liverpool" der London and North Western Bahn, erhielt bei Gelegenheit der Ausstellung von 1851 die große Medaille. Diese Maschine, welche sich namentlich durch Anordnung aller beweglichen Teile neben, nicht unter dem langen Kessel und so ermöglichte tiefe Schwerpunktslage auszeichnet, wurde in Frankreich von der Nordbahn, der Ostbahn und der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn eingeführt und bis in die neueste Zeit mit bestem Erfolg beibehalten. 1886 hat C. selbst weitere Verbesserungen der Einzelteile seiner Lokomotive vorgeschlagen.

Vielleicht das bedeutendste Werk C.s war die Fertigstellung des ersten unterseeischen Telegraphenkabels zwischen Calais und Dover im Jahr 1851.

Außerdem sind von seinen Werken noch hervorzuheben: die alten Wasserwerke von Berlin, die Bahnlinien von Smyrna nach Aïdin, von Varna nach Rustschuk, die Ost-Kent-Bahn von Strood nach Dover, die Bahn von Herne-Bay nach Faversham und die von Sevenoaks nach Swanley. Die drei letzten Linien bildeten den Anfang des London-Chatham-Dover-Netzes, bei dessen weiterem Ausbau C. gleichfalls thätig war. An Erfindungen sind außer seiner Lokomotive zu erwähnen: eine Feuerung für pulverförmigen Brennstoff, ein Drehofen für Erzeugung

von Eisen und Stahl, eine Backsteinpresse, ein gußeisernes Fort und eine Tunnelbohrmaschine.

Crefelder Eisenbahngesellschaft (60,22 km), deutsche Privateisenbahn mit dem Sitz der Direktion und einer Verkehrsinspektion in Crefeld. Zu dem Unternehmen gehören die im Regierungsbezirk Düsseldorf (Preußen) gelegenen Strecken Crefeld-Hüls-Süchteln-Vorst-Süchteln-Viersen, sowie Süchteln-Vorst-Crefeld (41,62 km), ferner das 0,36 km lange Verbindungsgleis Crefeld (Süd)-Crefeld (Nord) und Crefeld (Süd)-St. Tönis, dann die Strecken Süchteln - Vorst - Grefrath (4,5 km) und Hüls-Mörs (13,53 km) und endlich das Verbindungsgleis bei Mörs zwischen dem Bahnhof der C. und demjenigen der königl. Eisenbahndirektion Köln (linksrhein.). Die normalspurige und eingleisige Crefelder Privateisenbahn wurde auf Grund der landesherrlichen Konzession vom 6. Oktober 1868 in den Jahren 1868—1871 seitens der „Crefeld-Kreis Kempener Industrieeisenbahngesellschaft" erbaut, und es gelangten die Strecken Viersen-Süchteln-Vorst-Crefeld am 1. November 1870, Crefeld-Hüls-Süchteln und Süchteln-Vorst-Grefrath am 1. November 1871 zur Eröffnung. Der Verkehr entsprach jedoch keineswegs den gehegten Erwartungen, so daß sich die Gesellschaft genötigt sah, bereits am 21. März 1874 Konkurs anzumelden. Infolge dessen wurde der Betrieb auf der Grefrather Strecke am 1. Juli 1874 ganz (und zwar bis zum 15. Mai 1881) eingestellt, auf den beiden übrigen Strecken dagegen bis zum 1. Oktober 1879 (vom 16. Mai 1879 ab nach Maßgabe der Bahnordnung für Bahnen untergeordneter Bedeutung) durch den Konkursverwalter weitergeführt. Am 1. Oktober 1879 übernahm eine neue Unternehmung (die jetzige C.), welche die zum öffentlichen Verkauf gestellte Bahn am 14. Februar 1880 für 724 500 Mk. (inklusive der sonstigen Kosten) erworben hatte, den Betrieb, wozu ihr die erforderliche Konzession am 23. Juli 1880 erteilt wurde. Die neue Gesellschaft verwendete auf die Instandsetzung der Bahn 43 904 Mk. und eröffnete am 15. Mai 1881 die Strecke Hüls-Niep, ferner am 3. Juni 1882 deren Fortsetzung bis Mörs; am 20. Mai 1884 das Verbindungsgleis zwischen Crefeld (Nord) und St. Tönis, am 19 Januar 1886 das Verbindungsgleis bei Mörs. Die C. hat in Crefeld, Grefrath, Kempen und Mörs Anschluß an die Linien des linksrheinischen Direktionsbezirks. 1889 bestand der Fahrpark aus 9 Lokomotiven, 24 Personen- und 89 Güterwagen. Das Anlagekapital beträgt 1 478 282 Mk. Die Einnahmen beliefen sich im Jahr 1888/89 auf 329 332 Mk., die Ausgaben auf 261 364 Mk., was einem Betriebskoefficienten von 79,36% entspricht. Die C. gehört dem Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen an. Rübenach.

Crefeld - Kreis Kempener Industrieeisenbahn, s. Crefelder Eisenbahngesellschaft.

Crefeld - Uerdinger Lokalbahn, schmalspurige Straßenbahn (Spurweite 1 m) im Eigentum einer Aktiengesellschaft, welche ihren Sitz in Crefeld hat. Die Bahn hat eine Länge von 19,5 km und wurde während der Monate Mai bis Juli 1883 dem Verkehr übergeben. Die Hauptstrecke führt von Crefeld (Stadt) nach Uerdingen, die zweite Strecke von Crefeld (Bahnhof) durch die Stadt bis Hüls, die dritte Linie von Crefeld (Bahnhof) nach Fischeln. Der Betrieb der C. erfolgt zum größten Teil durch Dampfwagen, auf 2 km durch Pferdekraft. Das Betriebsmaterial besteht aus 10 Lokomotiven, 34 Wagen und 27 Pferden. Die Konzession ist der Gesellschaft sowohl für Personen- als für Güterverkehr erteilt worden. Das Anlagekapital beträgt 1 400 000 Mk., und zwar 1 000 000 Mk. Stammaktien, 400 000 Mk. Prioritätsobligationen. Im Jahr 1889 betrugen die Einnahmen 281 919 Mk., die Ausgaben 184 901 Mk., Betriebskoefficient 64,05%.

Crelle, August Leopold, geboren 11. März 1780 zu Eichwerder bei Wrinzen, bildete sich fast einzig durch Selbstudium, bekleidete bei dem preußischen Staatsbauwesen erst mehrere untergeordnete Stellen und ward später Geheimer Oberbaurat und Mitglied der Oberbaudirektion. Nach seinem Entwurf wurde die Berlin-Potsdamer Eisenbahn erbaut. Er starb 6. Oktober 1855 zu Berlin.

Von seinen Schriften sind zu erwähnen: Handbuch des Feldmessens und Nivellierens (Berlin 1826). Viele Abhandlungen aus seiner Hand finden sich in dem von ihm geleiteten Journal der Baukunst (Berlin 1828—1851, 30 Bände).

Croizette - Desnoyers, Louis Philippe, geboren zu Paris 31. Mai 1816, gestorben 21. August 1887; einer der hervorragendsten Konstrukteure der ersten Periode der Eisenbahnen. Er war Professor der École des ponts et chaussées, schrieb ein großes Werk über Brückenbau, worin er alle bedeutenden Brücken beschreibt, die im Verlauf aller geschichtlichen Zeiten konstruiert wurden; angefangen von der ersten Brücke über den Euphrat unter der Regierung Semiramis', 1900 v. Chr., bis zu den großen Brücken der neueren Zeit. Er baute die Linien Paris-Bordeaux, Nevers-Clermont, St. Germain des Fossés - Roanne, die Linien der Bretagne und Vendée, die Zweigbahnen Auray-Pontivy, Angers-Niort, Nantes-La Roche sur Yon. Von 1845 bis 1868 hat C. teils in der Eigenschaft als zugeteilter Ingenieur, teils als Chefingenieur an 775 km Bahnlinien gebaut, die insgesamt eine Ausgabe von 180 Millionen Francs erfordert haben und die unter verschiedenen anderen Bauten 35 große Brücken und acht unterirdische Durchbrüche umfassen. Er war auch Präsident der internationalen Kommission zum Studium der Ausführung des projektierten Schienenwegs zur Verbindung Frankreichs mit Spanien, mit Durchquerung der centralen Pyrenäen.

Cronberger Eisenbahn (9,76 km) Privatbahn mit dem Sitz des Verwaltungsrats und der Direktion in Cronberg. Die eingleisige C., welche als Hauptbahn gebaut und bis zum 9. Okt. 1878 als solche betrieben, später aber zu einer Eisenbahn untergeordneter Bedeutung erklärt wurde, liegt im Regierungsbezirk Wiesbaden (Preußen). Das zum Bau einer Lokalbahn Frankfurt a. M.-Cronberg a. Taunus im Jahr 1870 zusammengetretene Komitee mußte seine Thätigkeit infolge Ausbruchs des Deutsch-französischen Kriegs wieder unterbrechen und es gelang ihm erst im April 1872, eine Aktiengesellschaft zu bilden. Das erforderliche Kapital von 514 800 Mk. wurde nach Gewährung einer namhaften Summe seitens der Stadt Cronberg zusammengebracht und der Bau der Bahn auf Grund der Konzession vom 26. Juni 1872, welche sich in Rödelheim an die Homburger Eisenbahn anschließt und von dort nach Cronberg führt, im Spät-

herbst des Jahrs 1873 in Angriff genommen. Der Betrieb wurde am 1. November 1874 für den Personenverkehr eröffnet, der Güterverkehr — jedoch nur für die Station Cronberg — am 1. Februar 1875 eingeführt. Die Einnahmen betrugen im Jahr 1888/89 111 989 Mk., die Ausgaben 82 931 Mk., Betriebskoefficient 74,05%.

Rübenach.

Csakathurn-Agramer Eisenbahnaktiengesellschaft (Zagorianer Bahn), Privateisenbahn im südöstlichen Ungarn (Kroatien) mit dem Sitz der Gesellschaft in Budapest (115,46 km). Schon am 10. Juli 1862 hatte ein in Warasdin gebildetes Eisenbahnkomitee die Vorkonzession für die Linie Csakathurn-Warasdin-Lepoglava-Zaprešič erhalten. Infolge von Gegenbestrebungen wurde das Projekt fallen gelassen, 1870 aber seitens der Unionbank und 1875—1878 seitens der steirisch-kroatischen Glanzkohlengewerkschaft wieder aufgenommen. Doch auch jetzt kam das Unternehmen nicht zu stande, und gelang es erst 1884, das notwendige Kapital zu beschaffen. Unterm 18. Juni 1884 erhielt der Abgeordnete Josipovich auf Grund des Gesetzartikels XXXI ex 1884 die a. h. Konzession für die Lokalbahn Csakathurn über Warasdin, Budinscina und Zabok nach Agram nebst Abzweigung von Zabok nach Krapina. Die Konzession dauert bis 30. Dezember 1976, die Steuerfreiheit bis 18. Juni 1914, und beginnt mit demselben Zeitpunkt das staatliche Einlösungsrecht. Beim Erlöschen der Konzession ist das bewegliche Bahneigentum gleichfalls freies Eigentum des Staats. Die Bahn ist eingleisig auszuführen, doch kann die Herstellung eines zweiten Gleises seitens der Staatsverwaltung gefordert werden, sobald die jährliche Bruttoeinnahme 14 000 fl. Silber pro Kilometer übersteigt. Dies gilt nur für die ersten 70 Jahre der Konzessionsdauer, nach dieser Zeit hat der Staat hierfür eine Entschädigung zu leisten.

Gleich nach der Konzessionierung wurden die weiteren Vorkehrungen für die Bauausführung getroffen und unterm 24. Oktober 1884 ein für die ganze Konzessionsdauer geltender Betriebsvertrag mit der Direktion der königl. ungarischen Staatseisenbahnen abgeschlossen, wonach die letztere der C. ein Minimalerträgnis von 240 000 fl. jährlich garantierte und an dem diesen Betrag übersteigenden Betriebsüberschuß zur Hälfte Anteil hat.

Am 18. Januar 1883 wurde mit einem Unternehmer ein bezüglicher Bauvertrag abgeschlossen, und verpflichtete sich dieser, den Bau bis zum Herbst 1886 zu vollenden. Nachdem auch unterm 31. Januar 1885 ein Péagevertrag wegen Mitbenützung der Südbahnstrecke Zaprešič-Agram (12 km) zu stande gekommen war, fand am 14. Mai desselben Jahrs die Konstituierung der C. statt, auf die alle Rechte und Pflichten des ursprünglichen Konzessionärs übergingen. Alsbald wurde auch mit dem Bau begonnen und derselbe derart gefördert, daß die Strecken Warasdin-Zaprešič (Agram) 88,833 km, sowie die Abzweigung Zabok-Krapina (16,187 km) am 4. September 1886 und die Endstrecke Csakathurn-Warasdin (10,442 km) am 13. Dezember desselben Jahrs dem Verkehr übergeben werden konnten. Die C. hat Anschluß in Csakathurn und Zaprešič an die österreichische Südbahn.

Das auf 6 200 000 fl. festgesetzte Gesellschaftskapital ist mit 12 400 Stammaktien à 200 fl. und in 18 600 5%ige Prioritätsaktien à 200 fl. in Gold gegliedert. Die Einnahmen und Ausgaben können für die C. nicht angeführt werden, weil dieselben in den Rechnungen der betriebführenden Verwaltung (Betriebsleitung Agram der königl. ungarischen Staatsbahnen) nicht besonders ausgewiesen erscheinen.

Dr. Ziffer.

Cuba, s. Amerika XI.

Cugnot, geboren 1725 in Void in Lothringen, gestorben 1804, konstruierte eine Lokomotive, welche im Kunst- und Gewerbemuseum in Paris verwahrt ist. Die Maschine hatte eine Geschwindigkeit von vier Kilometer in der Stunde, aber sie blieb alle Viertelstunden stehen, und beanspruchte dann eine Viertelstunde zur Speisung des Kessels. Die Pumpen der Speisung waren mit jenen des Kessels in Verbindung. Der Kriegsminister, Herzog von Choiseul, beauftragte ihn, eine leistungsfähigere und besser proportionierte Lokomotive nach denselben Prinzipien herzustellen. Die zu große Heftigkeit ihrer Bewegungen gestattete nicht, sie zu dirigieren, und bei der ersten Probe zerstörte sie eine Mauer, welche sich in ihrem Weg befand.

Cullom, Shelby M., Senator der Vereinigten Staaten, brachte eine am 17. März 1885 vom Senat angenommene Resolution ein, nach welcher ein besonderer Ausschuß von fünf Senatoren zur Untersuchung und Berichterstattung über die Regelung des Verkehrs auf den Eisenbahnen und Wasserstraßen der Vereinigten Staaten eingesetzt werden sollte. Der Ausschuß wurde am 21. März 1885 ernannt und wählte C. zu seinem Vorsitzenden; er leitete die Untersuchung durch ein Rundschreiben vom 10. April 1885 ein, in welchem bestimmte Fragen aufgestellt und um schriftliche und mündliche Beantwortung derselben gebeten wurde. Die mündlichen Vernehmungen der Zeugen und Sachverständigen fanden in der Zeit vom 20. Mai bis 18. November 1885 statt; am 18. Januar 1886 legte der Ausschuß seinen Bericht (Report of the Senate Select Committee on Interstate Commerce) dem Senat gleichzeitig mit einem Gesetzentwurfe, betreffend die Regelung des zwischenstaatlichen Verkehrs vor (sogenannte Cullom-Bill, to regulate commerce). Der Bericht besteht aus drei Teilen, deren einer (216 Seiten lang) den Bericht selbst enthält, während in zwei Anhängen die schriftlichen Erklärungen (258 Seiten) und die mündlichen Äußerungen (1478 Seiten, zusammengestellt sind. Der Bericht enthält ein sehr reiches und wertvolles Material zur Beurteilung der Eisenbahnverhältnisse der Vereinigten Staaten, insbesondere der gesetzlichen Zustände, sowohl der Bundesstaaten, als insbesondere der Einzelstaaten.

Die Cullom-Bill ist, nach mannigfachen Änderungen durch beide Häuser des Kongresses, als Interstate Commerce Law vom 4. Februar 1887 (s. d.) Gesetz geworden. v. d. Leyen.

Culmann, Karl, Dr., 1821 zu Bergzabern geboren, erhielt seinen ersten Unterricht in der dortigen lateinischen Schule, besuchte die Gewerbeschule in Kaiserslautern und trat sodann in Karlsruhe in die Ingenieurabteilung des Polytechnikums.

Nach Absolvierung fand C. 1841 Beschäftigung bei den bayrischen Staatsbahnen, wo er Ge-

legenheit hatte, sich mit größeren Bauprojekten zu befassen und mathematische Studien zu treiben. 1849 unternahm er eine Studienreise nach Nordamerika. Zurückgekehrt hat er seine Ansichten über amerikanischen Brückenbau in der „Allgemeinen Bauzeitung" niedergelegt. 1856 wurde er als Lehrer an das neu gegründete Züricher Polytechnikum berufen, wo er bis zu seinem am 9. Dezember 1881 erfolgten Tod wirkte. Sein bekanntestes Werk ist die 1866 veröffentlichte „Graphische Statik".

Czernowitz-Nowosielitza, s. Bukowinaer Lokalbahnen.

Czernowitz - Suczawa - Eisenbahn, s. Lemberg-Czernowitz-Jassy-Eisenbahn.

Czörnig, Karl, Freiherr von Czernhausen, geboren 5. Mai 1804 zu Czernhausen in Böhmen, gestorben 5. Oktober 1889 in Görz, studierte zu Prag und Wien Jurisprudenz und Staatswissenschaften, trat 1828 in den österreichischen Staatsdienst, ward 1841 Hofsekretär und Direktor des statistischen Bureaus in Wien. Im Jahr 1846 als Hofrat in das Handelsministerium berufen, avancierte er 1850 zum Sektionschef und wurde im Jahr 1853 an die Spitze der Sektion für Eisenbahnbauten und Eisenbahnbetrieb berufen. In dieser Eigenschaft bearbeitete C. das über a. h. Entschließung vom 8. September 1854 mit Verordnung des Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Bauten vom 14. Sept. 1854, R. G. Bl. Nr. 238, erlassene Eisenbahnkonzessionsgesetz und wirkte auf diesem Posten bis zum Jahr 1859. 1865 trat C. als Präsident der statistischen Centralkommission in den Ruhestand. C. widmete den größten Teil seiner Kraft der Statistik und war insbesondere einer der ersten, welcher den hohen Wert der Eisenbahnstatistik anerkannte.

D

Daelens eiserner Oberbau, eine dreiteilige Langschwellenkonstruktion aus dem Jahr 1868, bei welcher unter anderem die Lochung des Kopfstücks und damit die Gefahr von Brüchen durch die Bolzenlöcher vermieden werden sollte, s. Eiserner Oberbau.

Dämpfen des Holzes, eine Behandlung der Schwellen und anderer Holzteile mit Wasserdampf in einem geschlossenen Kesselraum zur Beseitigung von Saftbestandteilen; das D. pflegt dem eigentlichen Tränkungsverfahren (Imprägnieren) hier und da vorauszugehen ; s. Tränkungsverfahren.

Dänische Eisenbahnen (s. die Eisenbahnkarte). Die ersten dänischen Eisenbahnen waren jene, die auf holsteinischem Gebiet entstanden und gegenwärtig teils den preußischen Staatsbahnen, teils der schleswig-holsteinischen Marschbahn angehören, und zwar die am 18. Sept. 1844 eröffnete 106 km lange Altona-Kieler Eisenbahn, die am 20. Juli 1845 dem Betrieb übergebene Bahn Elmshorn - Glückstadt, sowie die am 18. September desselben Jahrs eröffnete Eisenbahn Neumünster-Rendsburg. Die Eifersucht, mit welcher die dänische Politik dem Eindringen deutschen Einflusses in den Erbherzogtümern widerstrebte, ließ lange Zeit keine Längsbahn durch Schleswig zu stande kommen, die doch allen geographischen und kommerziellen Bedingungen entsprochen hätte. Nach langem Kampf kam die wunderliche Idee einer Querbahn von Husum nach Flensburg zur Realisierung, welche die Hauptstadt Schleswig so umging, daß eine eigene Flügelbahn dahin gebaut werden mußte. Erst nach Abtrennung der Herzogtümer von der dänischen Monarchie ist dieser Übelstand durch eine Abkürzungslinie behoben worden. Die dem heutigen Bestand des Staats Dänemark zugehörigen Bahnen sind mit Ausnahme der Strecke Kopenhagen-Roskilde (eröffnet 27. Juni 1847) und deren Fortsetzung von Roskilde nach Korsör (1856, nachdem die Regierung dem Unternehmen eine 4%ige Verzinsung des Anlagekapitals zugestanden hatte, eröffnet) erst in den sechziger Jahren zumeist von Privatgesellschaften gebaut worden. Es waren dies die Eisenbahnen auf Fünen von Nyborg nach Strib, die Bahn von der schleswigischen Grenze bei Vamdrup über Fredericia, Veile, Horsens, Aarhus, Randers nach Aalborg, nebst einer Querbahn von Randers nach Holstebro auf Jütland. Auf Seeland hatte man 1862 eine weitere Bahn von Kopenhagen über Hellerup nach Klampenborg und von Hellerup nach Helsingör zu bauen begonnen. In den siebziger Jahren ließ man es sich alsdann angelegen sein, das bestehende Eisenbahnnetz auszubauen, und zwar auf Seeland von Roskilde nach Süden und Nordwesten, auf Fünen von Odense nach denselben Richtungen, während auf Jütland neben die von Aalborg nach Friedrichshafen weitergeführte östliche Längsbahn und die nördliche Querbahn Randers-Holstebro eine westliche Längsbahn nebst einer südlichen und mittleren Querbahn trat.

Das Staatsbahnsystem hat in Dänemark erst im Jahr 1880 Eingang gefunden. Bis dahin gehörte Dänemark zu jenen Ländern, in welchen das sogenannte gemischte Eisenbahnsystem bestand, freilich in einer ganz eigentümlichen Form. In einem Teil des Gebiets der Halbinsel Jütland und der durch den kleinen Belt getrennten Insel Fünen waren nur Staatsbahnen, auf den übrigen großen Inseln Seeland, Falster und Laaland dagegen nur Privatbahnen. Die Privatbahnen hatten sich die fruchtbarsten und bevölkertsten Gegenden ausgesucht und dem Staat den Bau der Bahnen in den ärmeren und weniger bevölkerten Gegenden überlassen. Nichtsdestoweniger waren die Betriebsresultate der Privatbahnen keine günstigen zu nennen und hatte der Staat den Unternehmungen bedeutende Zuschüsse leisten müssen. Unter dem Finanzminister Estrup wurde in Dänemark die Verstaatlichungsaktion ernstlich eingeleitet und kaufte der Staat nach und nach die Mehrzahl der Privatbahnen an, so daß mit Ende März 1889 nur noch 404,16 km Privatbahnen gegen 1551,59 km Staatsbahnen bestanden.

I. Staatsbahnen (*Danske Statsbaner*). Die Staatsbahnen zerfallen in zwei Gruppen: die seeländischen und jütisch-fünen'schen Bahnen. Wie schon früher erwähnt, ist das Netz der Staatsbahnen erst in den achtziger

Jahren infolge Ankaufs und Verstaatlichung der Privatbahnen zu so bedeutendem Umfang angewachsen. Im Jahr 1863 betrieb der Staat nur 58,76 km (Strecke Aarhus-Randers); im Jahr 1864: 98,68 km (Strecke Aarhus-Randers; Langaa-Viborg); im Jahr 1865: 131,7 km (Strecke Aarhus-Randers; Langaa-Skive); im Jahr 1866 schon 243,32 km (Strecke Aarhus-Randers; Langaa-Struer; Nyborg-Middelfart); in den Jahren 1867 und 1868: 302,07 km (Strecke Aarhus-Randers; Langaa-Holstebro; Nyborg-Strib; Fredericia-Vamdrup). In das Jahr 1867 fällt die Übernahme der jütisch-fünen'schen Bahnen, welche der dänischen Eisenbahngesellschaft eigentümlich waren, seitens des Staats auf Grund eines Gesetzes vom 14. März 1867. Im Jahr 1869 erweiterte sich durch die Linie Aarhus-Fredericia und Vamdrup-Farris das Staatsbahnnetz auf 414,91 km. In den Jahren 1870 und 1871 umfaßten die Staatsbahnen die früher genannten Linien und die Strecke Aalborg-Randers, zusammen 496,23 km; bis 1874 kamen noch die Linien Silkeborg-Skanderborg und Friedrichshafen-Nörre Sundby dazu, zusammen 608,43 km. Im Jahr 1875 betrieb der Staat 681,47 km (neue Linie Lunderskov-Varde), in den Jahren 1875 bis 1878: 810,98 km (neue Linien Holstebro-Ringkjöbing, Ringkjöbing-Varde, Bramminge-Ribe), im Jahr 1879 813,24 km (neue Linie Broen-Limfjorden), 1880 854,66 km (neue Linie Silkeborg-Herning). Im Jahr 1880 vollzog sich die Verstaatlichung der seeländischen Bahnen, welche der Staat zufolge des Gesetzes vom 2. Juli von der Eigentümerin, der seeländischen Eisenbahngesellschaft, übernahm. Das Staatsbahnnetz wurde nunmehr in zwei Gruppen getrennt, in die jütisch-fünen'schen Staatsbahnen und die seeländischen Staatsbahnen, erstere 854,66 km, letztere 387,04 km lang, und betrug demnach Ende 1881 die Länge der Staatsbahnen 1241,70 km. Die jütisch-fünen'schen Staatsbahnen erweiterten sich 1882 um die Strecken Randers-Grenaa, Aarhus-Ryomgaard und Herning-Skjern (143,07 km), 1883 um die Strecke Struer-Oddesund Syd und Oddesund Nord-Thisted (72,29 km). Im Jahr 1884 wuchs das Staatsbahnnetz um 13,55 km (Nyborg-Slipshavn der jütisch-fünenschen Staatsbahnen, Korsör-Halskov und Masnedsund-Masnedö der seeländischen Staatsbahnen); im Jahr 1885 wurden die jütisch-fünen'schen Staatsbahnstrecken Skive-Glyngöre und Tommerup-Assens vollendet (57,98 km) und blieb seitdem bis 1889 das Staatsbahnnetz abgesehen vom Zuwachs der 1887 gebauten Strecke Ribe-Vedsted, (6,02 km), in seiner Ausdehnung unverändert.

Die seeländischen Staatsbahnen zerfallen gegenwärtig in die Linien:

1. Kopenhagen-Korsör (110,8 km);
2. Kopenhagen-Helsingör (60,1 km), eröffnet am 9. Juni 1864;
3. Kopenhagen-Klampenborg (13,0 km), zweigleisig, eröffnet am 22. Juli 1863;
4. Roskilde-Masnedö (92,6 km), eröffnet bis Masnedsund am 4. Oktober 1870, bis Masnedö am 15. Januar 1884;
5. Roskilde-Kallundborg (79,3 km), eröffnet am 1. Januar 1875;
6. Frederiksberg-Frederikssund (37,0 km), eröffnet am 17. Juni 1879.

Die jütisch-fünen'schen Staatsbahnen zerfallen in die jütischen und fünenschen Bahnen.

Die jütischen Bahnen umfassen die Strecken:

1. Vamdrup-Friedrichshafen (373,1 km), eröffnet Vamdrup-Fredericia am 1. November 1866, Fredericia-Aarhus am 4. Oktober 1868, Aarhus-Langaa am 3. September 1862, Langaa-Randers am 3. September 1862, Randers-Aalborg am 19. September 1869 und Aalborg-Friedrichshafen am 16. August 1871;
2. Skanderborg-Skjern (111,5 km), eröffnet bis Silkeborg am 2. Mai 1871, bis Herning am 28. August 1877, bis Skjern am 1. Oktober 1881 (Sekundärbahn);
3. Aarhus-Ryomgaard-Grenaa (66,8 km), eröffnet Aarhus-Ryomgaard am 1. Dezember 1877, Ryomgaard-Grenaa am 28. August 1876 (Sekundärbahn);
4. Randers-Ryomgaard (35,5 km), eröffnet am 26. August 1876;
5. Lunderskov-Holstebro-Langaa (306,3 km), eröffnet bis Varde am 3. Oktober 1874, bis Ringkjöbing am 8. August 1875, bis Holstebro am 15. April 1875, Holstebro-Struer am 1. November 1866, Struer-Skive am 17. November 1865, Skive-Viborg am 17. Oktober 1864 und Viborg-Langaa am 20. Juli 1863 (hiervon Sekundärstrecken: Esbjerg-Holstebro, Lunderskov-Esbjerg, Holstebro-Skive);
6. Bramminge-Vedsted (22,9 km), eröffnet bis Ribe am 1. Mai 1875, bis Vedsted am 1. November 1887 (Sekundärbahn);
7. Struer-Thisted (72,8 km), eröffnet am 20. April 1882 (Sekundärbahn);
8. Skive-Glyngöre (28,4 km), eröffnet am 15. Mai 1884 (Sekundärbahn).

Die fünen'schen Eisenbahnen bestehen aus den Linien Strib-Nyborg (83,6 km), eröffnet am 7. September 1865, und Tommerup-Assens (29,2 km), eröffnet am 1. Juni 1884 (Sekundärbahn).

Der Betrieb der gesamten dänischen Staatsbahnen ist durch eine königl. Verordnung vom 17. April 1885 und die Verwaltung durch einen Organisationsplan vom 5. Mai 1887 geregelt. Danach unterstehen die Gesamtbahnen einem unmittelbar dem Minister untergeordneten Generaldirektorat und einer Administration zu Kopenhagen.

Bis 1. Oktober 1885 wurden die seeländischen und jütisch-fünen'schen Staatsbahnen getrennt verwaltet, erstere durch eine Direktion mit dem Sitz in Kopenhagen, letztere durch eine selbständige Direktion mit dem Sitz in Aarhus.

Was die Anlage der Bahnen betrifft, so sind im Gesetz vom 10. März 1861 besondere Bestimmungen enthalten und werden hierbei Haupt- und Sekundärbahnen unterschieden.

Das Bahnplanum der Hauptbahnen ist für eingleisige Strecken 5—5,6 m, für doppelgleisige Strecken 8,8—10,6 m; jenes der Sekundärbahnen 4,4—5,0 m breit. Die Schwellen sind bei den Haupt- und Sekundärbahnen zumeist aus nicht imprägniertem Kieferholz hergestellt. Nur auf der Sekundärbahnstrecke Tommerup-Assens sind Eisenschwellen in Verwendung.

Die Schienen der Hauptbahnen sind mit flachen Laschen und gewöhnlichen Schienennägeln befestigte Eisenschienen von 58 lbs (Pfund) und 68 lbs Gewicht pro Yard. Die älteren Sekundärbahnstrecken haben Stahlschienen mit

einem Gewicht von 45 lbs pro Yard, die neueren Sekundärbahnstrecken Stahlschienen mit einem Gewicht von 35 lbs pro Yard.

Bei Erneuerung von Hauptbahnlinien werden Stahlschienen mit einem Gewicht von 63 lbs pro Yard, Schwellen von imprägniertem Kiefer- oder Eichenholz verwendet, und werden die Schienen mit Winkellaschen und Unterlagsplatten befestigt.

Bei Erneuerung von älteren Sekundärbahnstrecken kommen Stahlschienen mit einem Gewicht von 45—35 lbs und gleichfalls Schwellen von imprägniertem Kiefer- oder Eichenholz zur Verwendung.

Die größte Steigung der dänischen Staatsbahnen beträgt 1 : 250, die kleinste 1 : 80.

Von bemerkenswerten Bauten sind zu erwähnen die Brücke über den Limfjord bei Aalborg und die Brücke über den Masnedsund zwischen Seeland und Masnedö. Erstere ist eingleisig in einer Länge von 360 m und in acht Fächer geteilt; letztere hat eine Länge von 180 m und vier Fächer.

In Verbindung mit dem Eisenbahnbetrieb werden Dampfschiff- und Trajektverbindungen unterhalten, und zwar die Dampfschiffverbindung Korsör-Kiel, Helsingör-Helsingborg und Glyngöre-Nykjöbing Morsö. Trajekte gehen über den großen Belt (Korsör-Nyborg), über den kleinen Belt (Strib-Fredericia), über den Oddesund (Oddesund Syd-Oddesund Nord), über den Masnedsund (Masnedö-Orehoved). Die Trajektschiffe sind entweder eingleisig und können dann acht Eisenbahnwagen aufnehmen oder sie sind zweigleisig und für 16 Wagen bestimmt. Die Trajektschiffe (Dampffähren) sind in der Regel Dampfräderboote und unter Deck mit einem Salon für Reisende versehen.

Das Anlagekapital betrug bis 31. März 1889 150 664 484 Kr.

Die Einnahmen ergaben für das Rechnungsjahr 1888/89: 14 845 099 Kr. Hiervon entfielen auf die Personenbeförderung 7 623 575 Kr., auf Gepäckbeförderung 100 654 Kr., auf Fracht- und Viehbeförderung 6 276 576 Kr. Es wurden befördert 8 713 780 Personen und 1 418 267 t Güter. Die größten Transportmengen liefern landwirtschaftliche Produkte, Steinkohlen, Ziegel, Futterstoffe, Erd- und Steinarten, Torf, Bauholz u. s. w.

Die Ausgaben beliefen sich im genannten Rechnungsjahr auf 12 416 316 Kr., und zwar kamen hiervon auf Administration und allgemeine Verwaltung 737 605 Kr., auf die Bahnverwaltung 3 263 055 Kr., auf die Maschinenverwaltung 3 188 505 Kr., auf die Betriebsverwaltung, einschließlich Seefahrtsverwaltung, 4 965 283 Kr., auf sonstige Ausgaben 261 868 Kr.

Die finanziellen Ergebnisse der dänischen Staatsbahnen sind zu keiner Zeit besonders günstige gewesen und verzinste sich das Anlagekapital 1888/89 nur mit 1,61%. Den höchsten Betriebsüberschuß weist das Jahr 1880 mit 3389 Kronen pro Kilometer aus. Seit 1880 bis 1888 fällt der Betriebsüberschuß von Jahr zu Jahr. 1885/86 betrug er 1599 Kr. pro Kilometer, 1886/87 1246 Kr. pro Kilometer, 1887/88 1135 Kr. pro Kilometer. Im Jahr 1888/89 erreichte er ungefähr wieder die Höhe des Jahrs 1885/86, nämlich 1582 Kr. pro Kilometer.

Der Betriebskoefficient stellte sich 1888/89 auf 83,64%.

Der Fahrpark bestand Ende März 1889 aus 250 Lokomotiven, 206 Tendern, 755 Personenwagen, 204 Post- und Gepäckwagen, 3625 Güter- und Viehwagen, 46 Schneepflügen.

Die dänischen Staatsbahnen hatten 216 Stationen und 29 Haltestellen.

Das Personal setzte sich aus 6285 Personen zusammen (einschließlich der Arbeiter).

II. Privatbahnen (*Danske Privatbaner*).

In Dänemark bestehen noch elf Privatbahnen; diese sind:

Auf Seeland:

1. Ostseeländische Eisenbahnen (45,95 km), im Eigentum einer Aktiengesellschaft mit dem Sitz des Direktoriums in Kopenhagen und der Betriebsinspektion in Haarlev. Die Bahn geht von Kjöge nach Faxe und von Haarlev nach Rödvig und hat in Kjöge Anschluß an die dänischen Staatsbahnen. Die Aktien der Gesellschaft sind vom Staat mit 4% garantiert. Die Gesamtlinien wurden am 1. Juli 1879 dem Verkehr übergeben. Die Einnahmen betrugen im Rechnungsjahr vom 1. Januar bis 31. Dezember 1888: 136 374 Kr., die Ausgaben 157 636 Kr., das Deficit 21 262 Kr. Betriebskoefficient 115,59%.

2. Gribskov-Bahn (19,73 km), im Eigentum einer Aktiengesellschaft mit dem Sitz der Betriebsleitung in Grästed, geht von Hilleröd nach Grästed mit Anschluß in Hilleröd an die seeländischen Staatsbahnen. Die Bahn wurde für Tertiärbetrieb erbaut und wird mit Rowan'schen Dampfwagen befahren. Die Eröffnung der Linie fand am 20. Januar 1880 statt. Die Einnahmen betrugen in der Zeit vom 1. April 1888 bis 31. März 1889: 38 804 Kr., die Ausgaben 31 635 Kr., Betriebsüberschuß 7 169 Kr., Betriebskoefficient 81,52%.

Auf Falster und Laaland:

3. Laaland-falster'sche Eisenbahn (87,45 km), im Eigentum einer Aktiengesellschaft mit dem Sitz des Direktoriums in Kopenhagen und der Betriebsdirektion zu Maribo auf Laaland. Die Hauptbahn geht von Orehoved nach Nykjöbing auf der Insel Falster und wurde am 22. August 1872 eröffnet. Nachdem auf der Insel Laaland die Bahn von Nykjöbing nach Nakskov nebst Abzweigung von Maribo nach Rödby gebaut war, ergab sich die Notwendigkeit, die beiden Schienenwege, welche durch den Guldborgsund getrennt waren, durch eine Brücke zu verbinden. Die Brücke wurde am 1. Oktober 1875 vollendet. Außer ihren Linien betreibt die Laaland-falster'sche Bahn noch die einer Aktiengesellschaft gehörige, am 2. November 1869 eröffnete Linie Bandholm-Maribo (7,53 km), sowie seit 1. Juli 1886 die einer anderen Aktiengesellschaft eigentümliche Bahn Nykjöbing-Gjedser (22,90 km), welche an die Linie Orehoved-Nykjöbing anschließt. Die Laaland-falster'sche Bahn unterhält ferner ein Trajekt von Orehoved nach Masnedö, sowie eine Dampferverbindung von Orehoved nach Kopenhagen und von Warnemünde nach Gjedser. Die Einnahmen betrugen im Jahr 1888: 453 334 Kr., die Ausgaben 390 642 Kr., Überschuß 62 692 Kr., Betriebskoefficient 86,17%. Die Einnahmen der Bahn Bandholm-Maribo betrugen 1888 48 508 Kr., die Ausgaben 28 240 Kr., Überschuß 20 268 Kr., Betriebskoefficient 58,22%. Die Einnahmen der Gjedser Bahnen betrugen 1888

68 938 Kr., die Ausgaben 81 024 Kr., Deficit 12 086 Kr., Betriebskoefficient 117,53%.

Auf Fünen:

4. Nordfünen'sche Eisenbahn (37,43 km), mit dem Sitz der Direktion in Odense, geht von Odense nach Bogense (Küste) und wurde am 1. Juli 1882 dem Verkehr übergeben. Die Einnahmen betrugen in der Zeit vom 1. April 1888 bis 31. März 1889: 112 249 Kr., die Ausgaben 71 330 Kr., Überschuß 40 919 Kr., Betriebskoefficient 63,54%.

5. Südfünen'sche Eisenbahn (46,85 km), mit dem Sitz der Direktion in Odense, eröffnet am 12. Juli 1876, geht von Odense über Ringe an die Südküste bei Svendborg; außer ihren Linien betreibt die Gesellschaft auch die am 1. April 1882 eröffnete Staatsbahnstrecke Ringe-Faaborg (29,37 km), welche in der Station Ringe anschließt. Die Einnahmen der südfünenschen Eisenbahn betrugen im Rechnungsjahr vom 1. April 1888 bis 31. März 1889: 342 577 Kr., die Ausgaben 188 791 Kr., Überschuß 153 786 Kr., Betriebskoefficient 55,11%.

In Jütland:

6. Horsens-Juelsminde-Bahn (30,50 km), mit dem Sitz der Direktion in Horsens, verbindet die Städte Horsens und Juelsminde. Die Bahn wurde am 24. Mai 1884 eröffnet. Die Einnahmen betrugen vom 1. April 1888 bis 31. März 1889: 56 794 Kr., die Ausgaben 47 271 Kr., Überschuß 9 523 Kr., Betriebskoefficient 83,23%.

7. Hads-Ning Herreders-Bahn (36,23 km), im Eigentum einer Aktiengesellschaft mit dem Sitz der Direktion in Odder. Die Bahn geht von Aarhus über Odder nach Hov und wurde am 19. Juni 1884 dem Verkehr übergeben. Die Einnahmen betrugen in der Zeit vom 1. April 1888 bis 31. März 1889: 108 570 Kr., die Ausgaben 68 154 Kr., Betriebsüberschuß 40 416 Kr., Betriebskoefficient 62,77%.

8. Randers-Hadsund-Bahn (40,67 km), mit dem Sitz der Direktion in Randers. Die Bahn geht von Randers, wo sie Anschluß an die jütischen Eisenbahnen hat, nach Hadsund und wurde am 10. Oktober 1883 eröffnet. Die Einnahmen betrugen in der Zeit vom 1. April 1888 bis 31. März 1889: 60 346 Kr., die Ausgaben 71 077 Kr., Deficit 10 731 Kr., Betriebskoefficient 117,78%.

9. Vemb-Lemvig-Bahn (28,92 km), mit dem Sitz der Direktion in Lemvig. Die Bahn geht von Vemb, wo sie an die jütischen Bahnen anschließt, nach Lemvig und wurde am 1. Oktober 1879 eröffnet. Die Einnahmen betrugen in der Zeit vom 1. April 1888 bis 31. März 1889: 60 853 Kr., die Ausgaben 54 881 Kr., Betriebsüberschuß 5 972 Kr., Betriebskoefficient 90,18%.

Dahme-Uckroer Eisenbahn (12,53 km), im Königreich Preußen gelegene Privateisenbahn mit dem Sitz der Direktion in Dahme. Die am 18. Mai 1885 konzessionierte Bahn, welche von Uckro-Luckau über Kemlitz nach Dahme führt, wurde als normalspurige Sekundärbahn gebaut und am 31. Juli 1886 für den Personen- und Güterverkehr eröffnet. Anschluß hat die D. in Uckro-Luckau an die Linie Berlin-Dresden des preußischen Direktionsbezirks Erfurt. Das Anlagekapital von 700 000 Mk. besteht aus 350 000 Mk. Stammaktien und 350 000 Mk. Prioritätsstammaktien. Der Fahrpark setzt sich zusammen aus zwei Lokomotiven, zwei Personen- und elf Güterwagen. Die Einnahmen betrugen 1888/89: 43 477 Mk., die Ausgaben 33 432 Mk., Betriebsüberschuß 10 045 Mk., Betriebskoefficient 76,90%.

Dalmatinische Eisenbahnen (k. k. Dalmatiner Staatseisenbahnen), auf Staatskosten erbaute und im Staatsbetrieb stehende Bahnen im Königreich Dalmatien (123,552 km).

Schon 1843 befürwortete der Statthalter von Dalmatien im ungarischen Landtag den Bau von Eisenbahnen in Dalmatien und Slavonien. 1858 nahm sich die Handelskammer von Fiume neuerdings der Angelegenheit an, gleichfalls ohne Erfolg. In den folgenden Jahren erhielten einzelne Konsortien, sowie die Stadtgemeinde Zara und die Handelskammer in Spalato Vorkonzessionen für verschiedene Eisenbahnlinien, die durch Dalmatien gehen sollten. Nachdem auch diese Konzessionswerber nicht im stande waren, den Bau durchzuführen, ließ das Handelsministerium im Jahr 1872 neuerdings eingehende Tracierungs- und Projektierungsarbeiten vornehmen und legte im Dezember desselben Jahrs dem Reichsrat einen Gesetzentwurf, betreffend die Herstellung einer Eisenbahnlinie Spalato-Knin-Kroatische Grenze nebst Abzweigung nach Sebenico und Zara, vor, wonach die Herstellung der genannten Linien durch Staatsbau oder Konzessionserteilung sichergestellt und hierbei die Garantie eines jährlichen Reinerträgnisses von 47 300 fl. ö. W. Silber pro Meile für die Dauer der Konzession nebst Stempel- und Steuerfreiheit für neun Jahre gewährt werden sollte. Die Konzessionserteilung sollte erst dann erfolgen, wenn die Verbindung der Hauptbahnen mit dem kroatisch-ungarischen Eisenbahnnetz durch ein Übereinkommen mit der ungarischen Regierung außer Frage gestellt wäre. Dieser am 30. April 1873 sanktionierte Gesetzentwurf scheiterte daran, daß die Geldbeschaffung infolge der Krise des Jahrs 1873 unmöglich wurde und die Bedingung des Übereinkommens mit Ungarn gleichfalls unerfüllt blieb. Der Bau von Eisenbahnen in Dalmatien wäre nun wahrscheinlich abermals auf lange Zeit vertagt worden, wenn sich die Regierung nicht entschlossen hätte, denselben auf Staatskosten durchzuführen.

Jedoch war nicht mehr ein dalmatinisches Eisenbahnnetz, sondern nur der Ausbau der Linie Spalato-Derniš-Siverič nebst Abzweigung nach Sebenico geplant worden. Der unterm 10. Februar 1874 diesbezüglich eingebrachte Gesetzentwurf wurde als Gesetz vom 16. Mai 1874 sanktioniert. Der Bau wurde nunmehr sofort in Angriff genommen. Die Regierung bewilligte für 1874 eine Million Gulden, für 1875 5 328 000 fl. Die ganze Kostensumme war mit 12 369 745 fl. veranschlagt. Am 22. Mai 1877 wurden die Strecken Siverič-Perković (34,055 km) und Perković-Sebenico (33,724 km) provisorisch für den Kohlentransport eröffnet. Die Betriebseröffnung für den gesamten Verkehr aller Strecken: Spalato-Perković-Siverič (83,182 km), Perković-Sebenico (21,683 km) und Sebenico-Meeresküste (Rivabahn 0,868 km) fand am 4. Oktober 1877 statt und standen die Bahnen unter einer besonderen Betriebsleitung mit dem Sitz in Spalato. Als mit 1. Juli 1882 die Direktion für Staatseisenbahnbetrieb in Wien ins Leben trat, wurde mit 1. April 1883 der Betrieb der D. an die genannte Direktion übertragen, welche zu diesem Zweck ein Oberbahnbetriebsamt in Spalato errichtete.

Am 3. März 1883 legte die Regierung dem Reichsrat einen Gesetzentwurf über die Fortsetzung der D. über Siverič nach Knin vor. Am 5. Juni desselben Jahrs wurde das bezügliche Gesetz erlassen und waren die Gesamtkosten der neuen Linie mit 1 700 000 fl. veranschlagt.

Nach der im Jahr 1884 erfolgten Errichtung der k. k. Generaldirektion der österr. Staatsbahnen und der damit verbundenen Neuorganisation der Staatseisenbahnverwaltung wurden die D. der Eisenbahnbetriebsdirektion in Spalato unterstellt.

1885 fand die Tracenrevision und politische Begehung der Linie Siverič-Knin statt und wurde die 19,682 km lange Strecke am 7. Juni 1888 eröffnet.

Am 1. Januar 1887 ist die Betriebsdirektion Spalato aufgelöst worden und wurden die D. der Betriebsdirektion Pola und nach deren am 1. Sept. 1888 erfolgten Verlegung nach Triest der Betriebsdirektion Triest einverleibt, welcher das mit erweitertem Wirkungskreis ausgestattete Bahnbetriebsamt in Spalato unterstellt ist.

Die finanziellen Ergebnisse der D. waren seit der Eröffnung überaus ungünstige und schlossen die Betriebsrechnungen immer mit einem Betriebskostenabgang, welcher sich in den letzten Jahren verringerte. Eine Besserung der Verhältnisse wird so lange nicht möglich sein, als nicht der Anschluß der D. an das kroatisch-ungarische Eisenbahnnetz hergestellt ist. Die Betriebskoefficienten stellen sich für die Jahre 1881—1888 wie folgt: 1881: 233,20 %, 1882: 253,52 %, 1883: 192,65 %, 1884: 193,46 %, 1885: 196,78 %, 1886: 151,10 %, 1887: 141,11 %, 1888: 135,61 %, 1889: 154,25 %.

Für das Jahr 1889 betrugen die Einnahmen 96 061 fl., die Ausgaben 148 180 fl., das Deficit 52 119 fl.

Der Fahrpark bestand 1889 aus 11 Lokomotiven, 8 Tendern, 3 Wasserwagen, 19 Personen- und 176 Güter- und anderen Wagen.

Die Gesamtanlagekosten der D. beliefen sich bis Ende 1889 auf 12 759 212 fl. (s. Österr. Staatsbahnen).

Damencoupés, s. Frauencoupés.

Damm (*Embankment; Remblai,* m.), im allgemeinen jeder aus Bodenmaterial durch Aufschütten gebildete und regelmäßig begrenzte Körper von nicht zu geringer Längenausdehnung. Im besondern werden jene Teile des zur Überschreitung der Bodenunebenheiten erforderlichen Unterbaues der Straßen und Eisenbahnen so genannt, welche durch künstliche Massenanhäufung hergestellt werden; s. auch Erdarbeiten.

Dammböschung, die seitliche schiefe Begrenzungsfläche eines Damms; s. Böschungen.

Dammrutschung, s. Gleichgewichtsstörungen bei Erdbauwerken.

Dampf (*Steam; Vapeur,* f.), eine Gasart, welche aus einer tropfbaren Flüssigkeit, gewöhnlich durch Wärmezuführung entsteht, und welche umgekehrt durch Abkühlung, d. h. Wärmeentziehung wieder in den flüssigen Zustand zurückgeführt werden kann. Die wichtigste Eigenschaft des Wasserdampfes, welcher hier allein behandelt werden soll, ist seine Ausdehnungskraft, durch welche er ebenso wie ein unter Druck gesetztes permanentes Gas zur Kraftabgabe geeignet erscheint, eine Eigenschaft, infolge welcher der D. in der Technik und besonders im Eisenbahndienst zu so ausgedehnter Benutzung gekommen ist.

Man unterscheidet gesättigten (saturierten) und überhitzten Dampf.

Gesättigter Dampf ist solcher, der noch mit seiner Erzeugungsflüssigkeit (also dem Wasser) in Verbindung steht und bei welchem die geringste Abkühlung eine teilweise Kondensation hervorzubringen vermag. Er befindet sich daher in seinem Kondensationspunkt.

Überhitzter Dampf kann dagegen in Berührung mit Wasser nicht erzeugt werden, und erträgt derselbe unter Umständen große Wärmeverluste, ohne auch nur teilweise kondensiert zu werden.

Das Verdampfen hängt von dem Druck ab, unter welchem die Flüssigkeit steht. Unter dem Druck von 1 at (1 at = 10 334 kg pro 1 m²) verdampft das Wasser bei 100° C. Bei geringerem Druck ist der Siedepunkt niedriger. Bei einer Spannung über 1 at braucht das Wasser eine höhere Temperatur als 100° C., um verdampfen zu können.

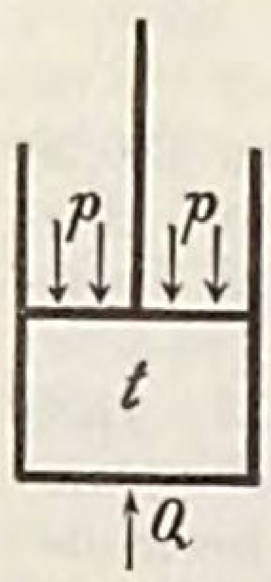


Fig. 466.

Befindet sich Wasser von 0° C. in einem Gefäß (Fig. 466) unter einem schwerlosen Kolben, auf welchem Atmosphärendruck lastet, und wird diesem Wasser Wärme zugeführt, so muß zunächst die Flüssigkeit von 0° auf 100° C. erwärmt werden, damit sich bei weiterer Wärmezufuhr D. bilden kann. In dem Augenblick der Dampfbildung beginnt der Kolben infolge der Spannkraft des gebildeten D. zurückzuweichen. Ist der Kolben von außen immer gleich belastet, so bleibt die Temperatur trotz fortgesetzter Wärmezuführung auf gleicher Höhe, bis die ganze Flüssigkeit sich in D. verwandelt hat. Wird nun umgekehrt dem D. wieder Wärme entzogen, so wird sich bei unverändertem Druck und ungeänderter Temperatur, aber bei Verminderung des Dampfvolumens solange D. kondensieren, bis sämtlicher D. wieder in Wasser von 100° C. übergegangen ist.

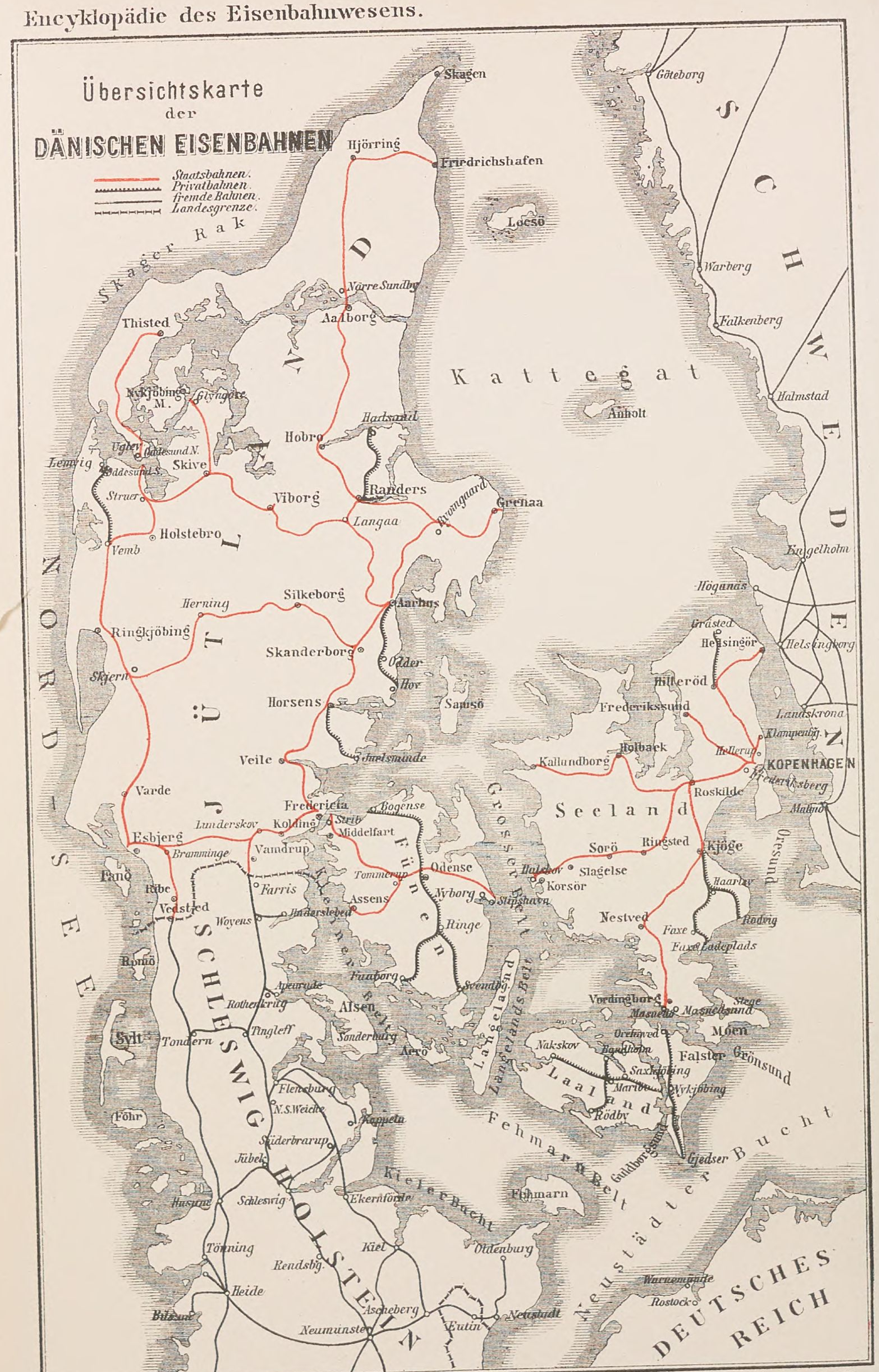
Die Spannung des gesättigten D. ist lediglich eine Funktion der Temperatur. Man kann aus dem Druck in einem Dampfkessel auf die Temperatur des in diesem Gefäß enthaltenen Wassers schließen. Wenn aber alles Wasser verdampft ist, und dem D. bei festgehaltenem Kolben weitere Wärme zugeführt wird, so nimmt die Temperatur und Spannkraft des D. zu. Es hängt daher bei diesem sogenannten überhitzten D. nunmehr der Druck auch vom Volumen ab. Jenes Volumen, welches die Gewichtseinheit des D. einnimmt, heißt das specifische Volumen desselben.

Das specifische Volumen des überhitzten D. ist größer als das des gesättigten D. von Druck und muß daher, gleiche specifische Volumen vorausgesetzt, der überhitzte D. unter einem größeren Druck stehen, als der gesättigte.

Letzterer befindet sich im Maximum der Spannkraft, und wenn man denselben zusammendrückt, so schlägt sich D. als Wasser nieder.

Läßt man ein bestimmtes Volumen gesättigten D. sich ausdehnen (expandieren) und erhält man dabei seine Temperatur durch Wärmezuführung unveränderlich, so hört der D. auf, gesättigt zu sein, denn es ist dann seine Dichte und Spannung geringer, als seiner Temperatur entsprechen würde.

Er ist dann als überhitzter D. zu betrachten.



Verlag von Carl Gerold's Sohn in Wien.

Kartogr. lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien, VII.

Wenn der D. kein Wasser enthält, so nennt man ihn trockenen Dampf; im Fall er jedoch (etwa infolge zu rascher Verdampfung) mitgerissene Wasserteilchen enthält, wird er nasser Dampf genannt (s. Dampfsammelrohre). Bei Lokomotiven kann der Wassergehalt des D. bis auf 20% steigen.

Die Messung des Gehalts des D. an Wasser kann nach C. Cario: Verfahren zur Wassergehaltsbestimmung nassen Dampfes, s. Zeitschrift des Verbands der Dampfkessel-Unters.-Vereine, V. Jahrg. 1882, III. Heft, vorgenommen werden.

Die zur Dampferzeugung nötige Wärmemenge besteht, wie schon angedeutet, aus jener, welche erforderlich ist, um das Wasser selbst auf eine Temperatur zu bringen, von welcher an die Verdampfung beginnt und jener, vermittels welcher das auf die Siedetemperatur gebrachte Wasser aus dem flüssigen in den dampfförmigen Zustand übergeführt wird. Erstere Wärmemenge nennt man die fühlbare oder Flüssigkeitswärme, letztere die latente Wärme; die Summe beider bezeichnet man als Gesamtwärme. Die Flüssigkeitswärme wird in der mechanischen Wärmetheorie mit q, die latente Wärme mit r, die Gesamtwärme mit λ bezeichnet. Es ist also $\lambda = r + q$. Die Summe der fühlbaren und latenten Wärme des gesättigten Wasserdampfes von t^0 C. ist nach Regnault: $\lambda = 606{,}5 + 0{,}305\ t$ Wärmeeinheiten pro 1 kg D. (Die Wärmemenge wird nach Wärmeeinheiten [Kalorien] gemessen. Eine Wärmeeinheit entspricht einer Arbeitsgröße von 428 mkg.)

Zieht man von λ die Wärme q ab, welche das Wasser von 0^0 bis t^0 aufgenommen hat, wobei

$$q = t + 0{,}00002\ t^2 + 0{,}0000003\ t^3$$

ist, so erhält man die Verdampfungswärme r allein:

$$r = \lambda - q = 606{,}5 - 0{,}695\ t - 0{,}00002\ t^2 - 0{,}0000003\ t^3.$$

Nach Clausius ist genügend genau

$$r = 607 - 0{,}708\ t.$$

Nachstehend folgt ein Auszug aus der Tabelle für gesättigte Wasserdämpfe (Hütte 1890) mit Hinzufügung der Werte r und λ, sowie Angabe der specifischen Volumina des D. von 1—15 at.

Druck in Atmosphären	Temperatur t in Grad Celsius	Flüssigkeitswärme q in Kal.	Verdampfungswärme $r = \lambda - q$ (latente Wärme) in Kal.	Gesamtwärme $\lambda = 606{,}5 + 0{,}305\ t$	1 m³ Dampf wiegt Kilogramm	Specifisches Volumen. 1 Volumen Wasser giebt Volumen Dampf
1	99,09	99,576	537,15	636,72	0,5823	1716
2	119,57	120,369	522,60	642,97	1,1161	895
3	132,80	133,853	513,15	647,00	1,6332	611
4	142,82	144,102	505,96	650,06	2,1400	466
5	150,99	152,480	500,07	652,55	2,6412	378
6	157,94	159,625	495,05	654,67	3,1319	318
7	164,03	165,890	490,64	656,53	3,6193	275
8	169,46	171,493	486,70	658,19	4,1034	243
9	174,38	176,578	483,11	659,69	4,5830	217
10	178,89	181,243	479,82	661,06	5,0607	197
11	183,05	185,563	476,77	662,33	5,5340	180
12	186,94	189,594	473,92	663,51	6,0060	166
13	190,57	193,376	471,25	664,63	6,4725	154
14	194,00	196,944	468,73	665,67	6.9396	143
15	197,24	200,324	466,33	666,66	7,4019	134

In der Praxis spielt das Ausströmen des D., resp. des Wassers aus dem Dampf- oder Wasserraum eines Kessels eine große Rolle.

Das aus dem Dampfraum eines Kessels pro Sekunde in die Luft ausströmende Dampfgewicht: G in kg läßt sich nach Zeuner aus der Formel $G = \beta . F$ berechnen, in welcher F den Ausströmungsquerschnitt in Quadratmetern und β einen Koefficienten bedeutet, der für 4, bezw. 8 und 12 at den nachstehenden Wert besitzt:

für 4 at ist $\beta = 448$
„ 8 „ „ $\beta = 572$
„ 12 „ „ $\beta = 640$

und beträgt hierbei die Austrittsgeschwindigkeit 682 m, 835 m, bezw. 913 m.

Das aus dem Wasserraum ausströmende Wassergewicht G ist, wenn außerhalb des Kessels Atmosphärenspannung herrscht,

bei 4 at 1106 F
„ 8 „ 1118 F
„ 12 „ 1126 F

und die Austrittsgeschwindigkeit ist hierbei 145 m, 229 m, bezw. 283 m.

Von gewöhnlichem kalten Wasser würden

bei 4 at 24663 F kg,
„ 8 „ 37673 F „
„ 12 „ 47226 F „

mit einer Geschwindigkeit pro Sekunde von 24,7 m, 37,7 m, bezw. 47,2 m ausfließen.

Sowohl beim Ausfluß aus dem Dampfraum als auch aus dem Wasserraum strömt aus ersterem nicht reiner D., aus letzterem nicht reines Wasser, sondern in beiden Fällen ein Dampf- und Wassergemisch aus. (Unter G ist bei obigen Wertbestimmungen das Gewicht dieses Gemisches zu verstehen.)

Wenn der D. auf seinem Weg z. B. vom Dampfkessel zum Cylinder durch einen kleinen Durchgangsquerschnitt (etwa durch einen nur wenig zu öffnenden Schieber) hindurchtritt, so muß seine Geschwindigkeit und demzufolge auch seine lebendige Kraft entsprechend diesem verminderten Querschnitt wachsen. Man nennt dann den D. in diesem Zustand gedrosselten Dampf. Sobald er aber hierauf wieder in das normal bemessene Rohr eintritt, vermindert sich seine Geschwindigkeit. Die bei der Drosselung des D. stattfindende Erhöhung seiner lebendigen Kraft ist nun als eine von demselben verrichtete äußere Arbeit, nämlich als eine thatsächliche Widerstandsarbeit, resp. Bewegungssteigerung seiner Teilchen aufzufassen.

Diese äußere Arbeit kann nun bei dem Übergang von der größeren in die geringere Geschwindigkeit nicht verschwinden, sondern wird nach dem Grundsatz der Gleichwertigkeit von Arbeit und Wärme in innere Arbeit, in Wärme umgesetzt. Der D. muß daher durch diesen Wärmezuschuß trockener werden.

Bei weit getriebener Drosselung kann der Dampfdruck sehr bedeutend sinken, da er während derselben auf Kosten seiner Spannkraft eine bedeutende Arbeit verrichtet hat.

Man ersieht hieraus, daß, um solche Spannungsverluste zu vermeiden, passende Durchgangsquerschnitte gewählt werden müssen, daß man also z. B. bei Lokomotiven in der Regel mit ganz geöffnetem Regulator fahren soll.

Für Dampfmaschinen ohne Kondensation sind höhere Dampfspannungen vorteilhaft, für solche mit Kondensation können schon niedere Dampfspannungen günstige Resultate geben. Für Dampfheizung empfiehlt sich die Verwendung niedrig gespannter Dämpfe.

Wie ökonomisch die Verwendung überhitzten D. ist, ergiebt sich aus nachstehendem.

Bei Verwendung gesättigten D. von 2 at

sind zur Erzeugung von 1 m^3 desselben 643 × 1,116 = 718 Wärmeeinheiten (Kalorien) erforderlich.

Zur Bildung des gleichen Volumens überhitzten D. von ebenfalls etwa 2 at werden dagegen nur ungefähr 452 Wärmeeinheiten benötigt, da man diesen erhält, wenn man gesättigten D. auf 500° erwärmt. Die Spannung gesättigten D. von 1 at wächst nämlich bei einer Erwärmung auf

200°, 300°, 400°, 500°, 600° C.,
bis zu 1,27, 1,55, 1,82, 2,19, 2,38 at.

Da die Gesamtwärme des gesättigten D. von 1 at 637 Kal. beträgt, die Erwärmung um 400° erfolgt, die Wärmekapacität des D. für gleichbleibendes Volumen $c^v = 0{,}3469$ und das Gewicht eines Kubikmeters gesättigten D. von 1 at 0,5823 kg ist, so ergeben sich

$(637 + 400 \times 0{,}3469)\ 0{,}5823 = 452$ Wärmeeinheiten (Kalorien).

Wie bereits eingangs erwähnt, wird für die technischen Zwecke und vornehmlich im Eisenbahndienst zumeist gesättigter D. benutzt. Überhitzten D. verwendet man trotz des großen wirtschaftlichen Vorteils, den er in Rücksicht auf Kohlenersparnis bieten würde, bei Maschinen noch nicht allgemein, da das gewöhnliche Packzeug die höheren Temperaturen des auf entsprechende Spannung gebrachten D. nicht ertragen würde. Die Anwendung einer Mischung von gesättigtem mit überhitztem D., wobei das Packzeug geschont würde, hat sich noch nicht die wünschenswerte Verbreitung verschafft.

Die hauptsächlichste Anwendung des überhitzten D. geschieht in der chemischen Industrie, und zwar zu den verschiedensten Arbeiten. Besonders der hocherhitzte D. wird zur Herstellung wässeriger Lösungen fester Körper, zum Eindampfen von Lösungen, zur Destillation u. dgl. verwendet (s. Dinglers Polytechnisches Journal 1879, Bd. 232).

Es ist nach dem Gesagten zweckmäßig, möglichst trockenen D. zur Verwendung zu bringen (s. Dampfsammelrohre), da sonst das in die Cylinder mitgerissene Wasser zu bedeutenden Arbeits- und Wärmeverlusten Veranlassung giebt und, hiervon ganz abgesehen, auch Beschädigungen der Dampfcylinder entstehen können, wenn es infolge größerer Mengen keinen raschen Abfluß findet.

Abgesehen von der Verwendung des D. zur Bewegung der Lokomotive erfolgt seine Benutzung im Eisenbahndienst für Heiz- und Desinfektionszwecke, für die Ingangsetzung der Luftsaug- (Vakuum-) und Dampfbremsen, zur Bethätigung der Signale (Pfeifen), neuestens auch der Sandstreuapparate von Holt & Gresham, zur Zuführung von Schmieröl bei Lokomotiven und stehenden Dampfmaschinen, dann zur direkten Wasserhebung und Speisung der Wasserbehälter oder Tender mittels der Pulsometer und Ejektoren, zur Bethätigung der betreffenden Manipulationsapparate am Kessel selbst, zur Bewegung von Hebezeugen und Schiebebühnen, zu Beleuchtungszwecken, endlich in den Werkstätten zum Betrieb der Transmissionen, Dampfhämmer u. dgl.

Litteratur: Karmarsch und Heeren, Technisches Wörterbuch, Prag 1878; Clausius, Die mechanische Wärmetheorie, Braunschweig 1879; Heusinger v. Waldegg, specielle Eisenbahntechnik: Lokomotivbau, Leipzig 1882; Über die Form des Kolbendiagramms von Civilingenieur L. Grabau in Hannover, Zeitschrift des Verbands der Dampfkesselüberwachungsvereine, März 1882, Nro. 3, V. Jahrg.; Wüllner, Lehre von der Wärme, 1885; Zeuner, Thermodynamik, III. Auflage, Leipzig 1887; Samuelson, Das wahre Gesetz der Dampfexpansion und die Berechnung der Dampfmaschine, Hamburg 1888.

Wehrenfennig.

Dampfarbeit, d. i. die Arbeit, welche dadurch verrichtet wird, daß der Dampf auf einer bestimmten Weglänge Kraft äußert.

Um sich die verschiedenen Arbeitsperioden, welche der Dampf bei einem Kolbenhub durchmacht, leichter vorstellen zu können, denkt man sich in einem sogenannten Spannungsdiagramm (Fig. 467 *b* und 467 *c*) die Kolbenwege als Abscissen, die zugehörig hinter, bezw. vor dem Kolben vorhandenen wirklichen Spannungen (das ist die über der vollkommenen Luftleere bestehende Dampfpressung) als Ordinaten aufgetragen.

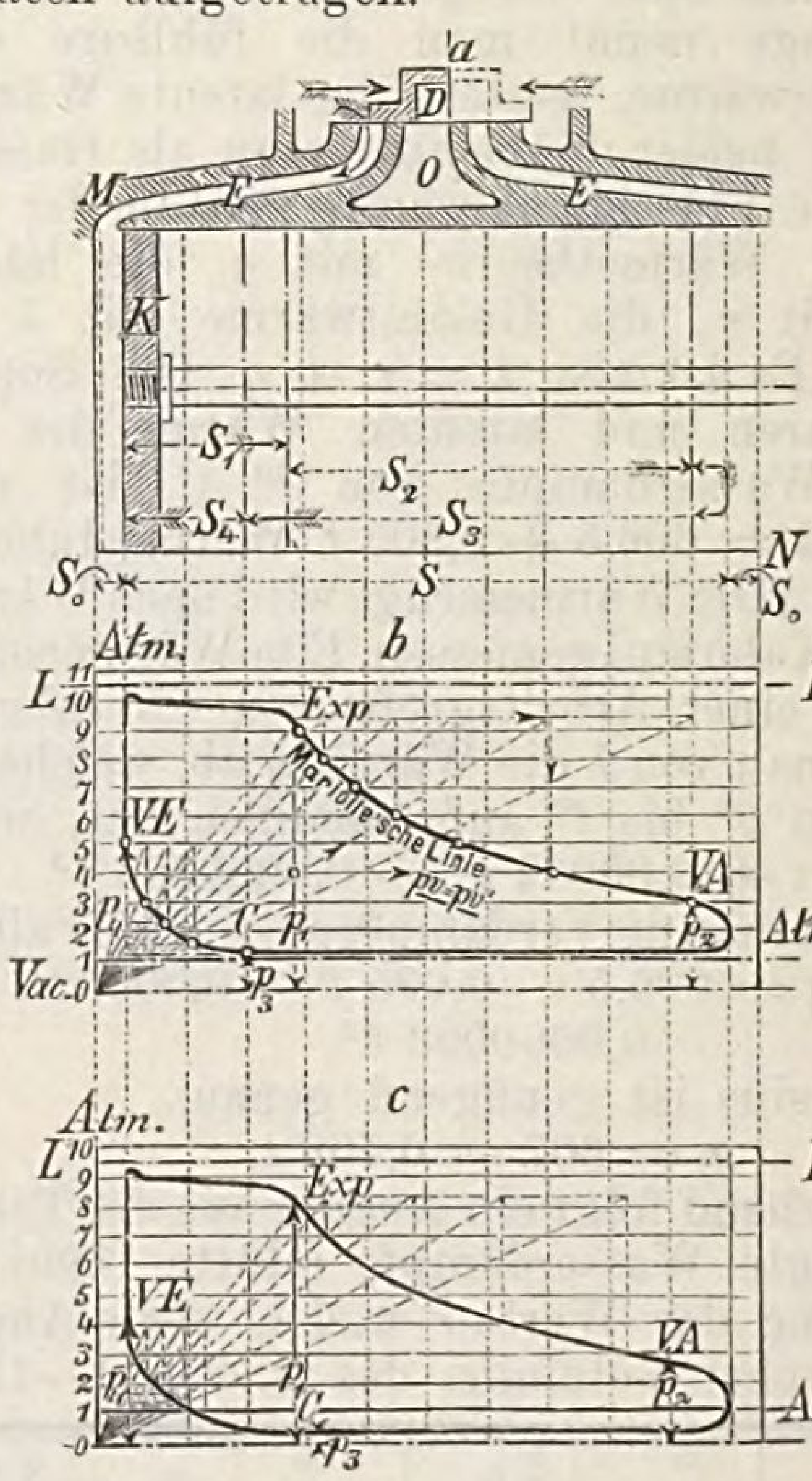


Fig. 467 *a*.

Fig. 467 *b*.

Fig. 467 *c*.

In Fig. 467 *a* ist der Dampfcylinder *MN* mit seinem Schieber *D* und der Kolbenscheibe *K* dargestellt. S_0 bedeutet den schädlichen Raum (das ist der Raum zwischen dem Kolben am Ende seines Hubes und dem Cylinderdeckel, einschließlich des Volumens des zugehörigen Einströmkanals [s. Dampfmaschinen]; in der Figur ist dieses Volumen auf den Kolbenquerschnitt reduziert zu denken), S_1 den Kolbenweg während der Volldruckperiode, p_1 die Dampfspannung am Ende der Volldruckperiode (Fig 467 *a*, *b*), S_2 den Kolbenweg vom Beginn bis zum Ende der Expansionsperiode, p_2 die Dampfspannung am Ende der Expansionsperiode, S_3 den Kolbenweg vom Beginn bis zum Ende des Ausströmens, p_3 die Dampfspannung am Ende des Ausströmens, S_4 den Kolbenweg während der Kompressions- und der sogenannten Gegendampfperiode (s. Dampfmaschinen), p_4 die Dampfspannung am Ende der letzteren.

Die absoluten Dampfspannungen sind als Atmosphären von der Vakuumlinie aus nach oben aufgetragen und bedeuten die in Fig. 467 *b* und *c* durch *1* gehenden horizontalen Linien die

Atmosphären-, und die Linien LL^1 die Kesselspannungen. Letztere sind immer etwas höher als die Anfangsspannungen im Dampfcylinder.

Die in Fig. 467 *a* gezeichneten Kolbenwege S sind mit der Fig. 467 *b* in Übereinstimmung gebracht. Fig. 467 *b* stellt ein Spannungsdiagramm für Maschinen mit Auspuff ins Freie, Fig. 467 *c* ein solches für Kondensationsmaschinen dar.

In Fig. 467 *a* ist der Kolben eben am Ende seines Hubes links angelangt. Der Schieber gleitet nach rechts und hat schon etwas vorgeöffnet, so daß der Dampf auf die Hinterseite des Kolbens gelangen kann. Er tritt nun mit einer Spannung ein, welche nach Maßgabe der Dampfverluste und der Drosselung in der Dampfleitung kleiner ist, als die Kesselspannung; diese Spannung sinkt auf dem Kolbenweg S_1 wegen der Reibung und Abkühlung des Dampfes in dem engen Einströmungskanal um ein Geringes, was im Diagramm durch die bis „*Exp*“ abfallende Linie zum Ausdruck kommt. Während dieser Periode hat der Schieber seinen Weg nach rechts vollendet und ist im Rückkehren begriffen. Der rasche Spannungsabfall kurz vor dem Eintritt der Expansion wird durch das jetzt erfolgende Schließen des Schiebers und die dadurch bewerkstelligte Drosselung des Dampfes hervorgerufen. In dem Zeitpunkt des vollständigen Schieberabschlusses beginnt die Expansion bei der Dampfspannung p_1, während derselben sinkt ungefähr der Druck nach dem Mariotte'schen Gesetz: $p\,v = p_1\,v_1$ (v = specifisches Volumen, Volumen eines Kilogramm Dampfes; p = specifischer Druck, Druck pro Flächeneinheit), bis zum Ende der Expansion, woselbst der Dampf nur mehr die Spannung p_2 haben wird. Der Verlauf der Spannungsabnahme ist durch die aus der Fig. 476 *b* hervorgehende Zeichnung einer gleichseitigen Hyperbel ersichtlich. In Wirklichkeit ist jedoch der Verlauf dieser Linie, namentlich bei trockenem Dampf, ein anderer, da bei der Dampfexpansion ein Sinken der Temperatur eintritt und daher die Mariotte'sche Linie die Dampfspannungen etwas zu groß angiebt. Richtiger als durch die Mariotte'sche Linie würden diese Spannungen durch die sogenannte adiabatische Kurve $p\,v^{1,135} = p_1\,v_1^{1,135}$, welche etwas näher an der Abscissenachse liegt, dargestellt.

Aber auch diese Linie giebt kein ganz genaues Bild der Spannungsverminderung.

Einschlägige, mit genügend weit getriebener Expansion abgeführte Indikatorversuche zeigten nämlich im letzten Stück der Expansionslinie größere Spannungen, als selbst die Mariotte-sche Linie angiebt. Man hat früher angenommen, daß diese Erscheinung in Undichtheiten der Schieber ihren Grund habe. Prof. G. Schmidt in Prag hat aber gezeigt, daß diese Erscheinung von dem sogenannten Nachdampfen herrühre, welches darin besteht, daß die eine mittlere Temperatur besitzenden Wandungen des Dampfcylinders im stande sind, das sich zu Beginn und während der Dampfexpansion an ihnen niederschlagende Wasser am Ende der Expansion wieder zu verdampfen, weil die mittlere Temperatur des Dampfcylinders höher liegt, als die des Dampfes am Ende seiner Expansionsarbeit.

Wenn nun der Kolben den Weg S_2 zurückgelegt hat, so beginnt die Dampfausströmung hinter dem Kolben; der Dampf tritt durch den Einströmungskanal und die innere Höhlung des Schiebers durch den Ausströmungskanal O ins Freie oder in den Kondensator über. Man hat nun hinter dem Kolben entweder die Spannung der freien Atmosphäre oder des Kondensators. Sind die Dampfkanäle oder die Auspuffweiten nicht genügend groß oder ist die Kondensatorspannung zeitweilig eine höhere, so kann dieser Gegendruck p_3 hinter dem Kolben bei Auspuffmaschinen 1,1—1,2 at, bei Kondensationsmaschinen 0,2—0,3 at betragen.

Sobald der Kolbenweg S_3 vollendet ist, hört die Dampfausströmung wegen des durch die innere Schieberkante erfolgenden Kanalabschlusses auf. Die noch links vom Kolben im Dampfcylinder befindliche Dampfmenge wird nun durch den Kolben während seines Wegs S_4 zusammengedrückt, und steigt der Dampfdruck nach der Linie C bis VE, deren Verlauf wieder als Mariotte'sche Linie zu denken ist, bis zur Größe p_4. Nun öffnet der inzwischen durch die Steuerung (s. d.) weiter nach rechts geführte Schieber wieder den Einströmungskanal E, und das Spiel beginnt von neuem. Was von der linken Seite des Kolbens gesagt wurde, gilt auch von der rechten Seite, und wird man sich daher bei jedem Doppelhub zwei mit den Spitzen einander zugekehrte Diagramme vorzustellen haben. Solche Spannungsdiagramme werden durch die Indikatoren (s. d.) selbst verzeichnet und geben dann ein genaues Bild des Verlaufs der einzelnen Spannungen im Dampfcylinder.

Mittels des Planimeters oder der Simpson-schen Regel läßt sich die Größe der Fläche des Diagramms messen und aus ihr die Dampfarbeit berechnen. Wenn man die Fläche in ein Rechteck von gleicher Länge verwandelt, so stellt die Höhe dieses Rechtecks die mittlere Dampfspannung im Cylinder dar. Aber auch umgekehrt läßt sich aus einer bekannten zu leistenden Arbeit mit Hilfe eines entworfenen Spannungsdiagramms auf die Maße des Cylinders, Schiebers etc. der für diese bekannte Leistung zu erbauenden Maschine schließen.

Neuestens hat Samuelson in Hamburg, gestützt auf eigene Versuche, nachzuweisen gesucht, daß die Expansionslinie dem Poisson'schen Gesetz $\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^n$ folgt, in welcher Formel P_1, P_2 die Dampfspannungen, V_1, V_2 die Dampfvolumen darstellen und $n = 1{,}41$ ist.

Das Arbeitsvermögen von 1 kg Dampf kann angenommen werden

bei	1	at	mit	etwa	28 000 mkg
„	2	„	„	„	35 000 „
„	4	„	„	„	42 000 „
„	6	„	„	„	45 000 „
„	8	„	„	„	48 000 „
„	10	„	„	„	50 000 „
„	12	„	„	„	51 000 „
„	15	„	„	„	53 000 „

Über Berechnung der D. s. Dampfverbrauch der Lokomotive. Wehrenfennig.

Dampfbremse, s. Bremsen.

Dampfcylinder (*Steam-cylinders*, pl.; *Cylindres*, m. pl., *à vapeur*), Hohlcylinder, welche die dichte und geradlinige Führung der in denselben befindlichen Dampfkolben bilden. Die D. sind diejenigen Bestandteile der Dampfmaschinen, in welchen das Arbeitsvermögen des Dampfes (s. Dampfarbeit) zuerst in mechanische

Arbeit umgewandelt wird, indem die Kolben durch den Druck und die Ausdehnungskraft des auf sie einwirkenden Dampfes geradlinig um bestimmte Strecken verschoben werden; diese Bewegung wird durch das Kurbelgetriebe auf die Treibachse oder Welle übertragen und in eine drehende umgewandelt. Da die Bewegung des Kolbens eine hin- und hergehende sein soll, so muß der Dampfdruck mit Unterbrechungen auf die Kolbenflächen wirken. Man läßt daher den Dampf auf einer Seite des Kolbens in den D. eintreten und nach einer entsprechenden Verschiebung des Kolbens wieder aus dem D. austreten. Entweder wiederholt sich dieser Vorgang auf beiden Kolbenseiten abwechselnd, oder der Kolben muß jedesmal durch andere Kräfte in seine Anfangsstellung zurückgebracht werden. Der Dampfeintritt in die D. und der Austritt aus denselben wird durch das Spiel von Schiebern oder Ventilen geregelt, welche durch eine Steuerungsvorrichtung bewegt werden.

Bei den D. sind zu unterscheiden:

1. Das cylindrische Rohr, in welchem sich der Dampfkolben bewegt (der eigentliche D.).

2. Die Stirnabschlüsse des cylindrischen Rohrs, welche entweder nur auf einer oder auf beiden Seiten desselben vorhanden sind. Der Stirnabschluß kann mit dem Cylinder aus einem Stück bestehen (Cylinderboden), oder er ist ein besonderer scheibenförmiger Teil (Cylinderdeckel), welcher mit dem Cylinder durch Schrauben verbunden ist.

3. Vorrichtungen zur dichten Führung der Kolbenstange (Stopfbüchsen, Manschettendichtung) an jenen Stirnabschlüssen, durch welche die Kolbenstangen hindurchgehen.

4. Dampfkanäle, durch welche der Dampf in den D. einströmt und aus diesem wieder ausströmt.

5. Bohrungen für das Ablassen des Kondensationswassers aus dem Cylinderraum; in dieselben sind Hähne (bei der Lokomotive die Cylinderspritzwechsel) oder Ventile eingesetzt.

6. Bohrungen für die Cylinderschmierung, auf welche die Schmiervorrichtungen (Schmiervasen) unmittelbar aufgesetzt, oder mit welchen die letzteren durch Rohrleitungen verbunden sind.

7. Die Cylinderbefestigungsflanschen.

I. Lokomotivdampfcylinder sind parallel zur Lokomotivlängsachse, wagrecht oder wenig geneigt gegen die Wagrechte angeordnet; sie liegen entweder innerhalb der Radebenen, Innencylinder, oder außerhalb der Radebenen, Außencylinder; ferner entweder in dem Vorderteil der Lokomotive nahe der Rauchkammer oder in dem mittleren Teil nahe dem Gesamtschwerpunkt des Rahmenbaues.

Innencylinder haben gegenüber Außencylindern den Vorteil der besser geschützten Lage, sowie vor allem den der geringeren Entfernung voneinander; infolgedessen wird das Moment der hin- und herschwingenden Massen, welches die schädlichste der störenden Bewegungen, das Schlingern, erzeugt, klein, so daß Maschinen mit Innencylindern besonders für große Fahrgeschwindigkeiten ihres ruhigeren Gangs wegen geeignet erscheinen. Die Anwendung der Innencylinder ergiebt auch eine äußerst wirksame Rahmenverbindung, während Außencylinder die Rahmen biegend beanspruchen und besondere kräftige Querverbindungen erforderlich machen. Dagegen werden als Nachteile der Innencylinder gegenüber Außencylindern hauptsächlich hervorgehoben: die Notwendigkeit der Anwendung einer doppelgekröpften Treibachse, die schlechte Zugänglichkeit des innenliegenden Triebwerks, besonders der Steuerung und Schieber, sobald diese letzteren zwischen beiden Cylindern liegen, sowie die Schwierigkeit, das Triebwerk ohne Beschreiten der Laufgalerien während der Fahrt zu beobachten. Der erstgenannte Nachteil kommt bei der heutigen vervollkommneten Herstellungsweise der Achsen wenig in Betracht und läßt sich außerdem durch Binden der Kurbelarme mit Schrumpfbändern, sowie durch Anwendung eines mittleren Hilfsrahmens, wie bei den belgischen Lokomotiven, oder von zwei leichten inneren Hilfsrahmen, wie bei einzelnen neueren englischen Lokomotiven, im wesentlichen unschädlich machen; der zweite Nachteil ist durch besondere Konstruktionen und durch Anordnung der Schieber außerhalb oder oberhalb der Cylinder, anstatt zwischen ihnen, zu umgehen, wofür neuere englische und belgische Lokomotiven den Beweis liefern. Das zuletztgenannte Übel wird zum Vorzug, sobald man gezwungen ist, die Triebwerksteile während der Fahrt zu schmieren, was bei außenliegenden Cylindern nur mit Gefahr ausführbar erscheint. Im ganzen läßt sich sagen, daß vielfach mehr Vorurteile als wirkliche Nachteile den Innencylindern entgegenstehen. Innencylinder sind hauptsächlich bei englischen, belgischen und niederländischen Personen- und Schnellzuglokomotiven, auch bei vielen (in Belgien bei allen) neueren Güterzuglokomotiven in Anwendung; bei französischen Personen- und Schnellzuglokomotiven sind sie in zunehmender Einführung begriffen. Sobald bei Innencylindern drei gekuppelte Achsen vorhanden sind, deren mittlere die Treibachse bildet, ist man gezwungen, die Cylinder gegen die Wagerechte zu neigen, um mit dem Gestänge der Vorderachse ausweichen zu können. Diese Neigung beträgt bei belgischen Lokomotiven etwa $^1/_8$ bis $^1/_{14}$, bei englischen bis $^1/_{30}$.

Die Anordnung der D. in der Nähe des Gesamtschwerpunkts der Lokomotive anstatt in deren Vorderteil bezweckt die Verminderung einer weiteren besonders schädlichen, störenden Bewegung, des Nickens, welche durch den veränderlichen Druck der Kreuzköpfe gegen die Gleitbahnen entsteht und umso kleiner ausfällt, je kleiner der Hebelarm dieses Drucks in Bezug auf die durch den Schwerpunkt des Rahmenbaues gelegte wagerechte Querachse ist, je näher demnach die Quermitte der Gleitbahnen an diese Achse herangerückt wird. Von Stephenson und Crampton wurde diese Anordnung zuerst ausgeführt; sie wird auch jetzt noch vielfach angewandt, ist jedoch nur bei Außencylindern einfach durchzuführen und ergiebt leicht eine zu geringe Belastung der Vorderachse.

Die Entfernung von Mitte bis Mitte D. beträgt:

bei belgischen Lokomotiven mit Innencylindern und nach außen gekehrten Schiebern 570 mm; bei englischen Lokomotiven mit Innencylindern und zwischenliegenden Schiebern 700 bis 725 mm; bei Lokomotiven mit Außencylindern und Innenrahmen ungefähr 1880—2150 mm; bei Lokomotiven mit Außencylindern und Außenrahmen 2300—2400 mm.

Die absoluten Abmessungen der D. schwanken in ziemlich weiten Grenzen und sind abhängig von den Anforderungen, welche an die Lokomotive gestellt werden; die Durchmesser betragen bei Tenderlokomotiven zwischen 100 bis 400 mm, bei Personenzug- und Güterzuglokomotiven zwischen 400—500 mm, bei Gebirgs-

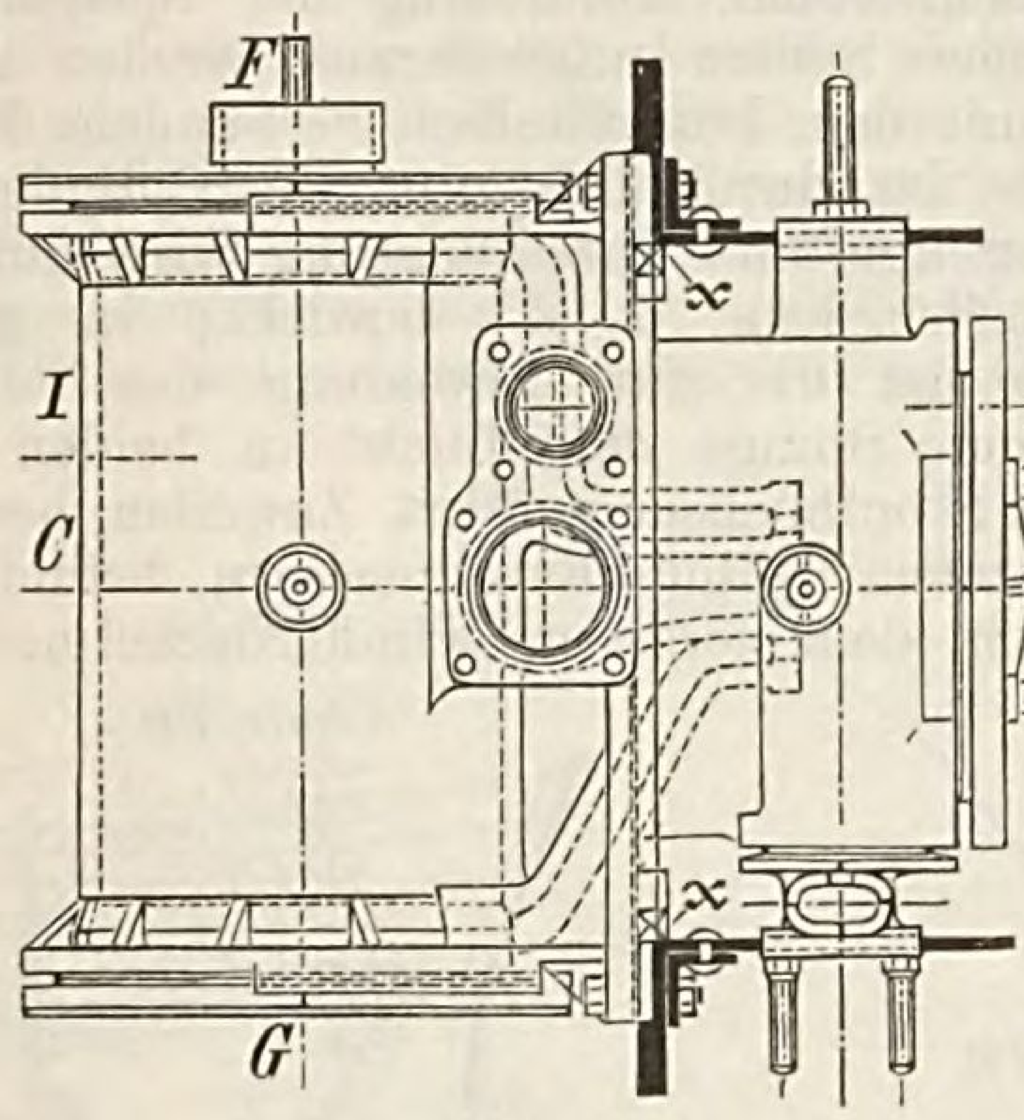


Fig. 468.

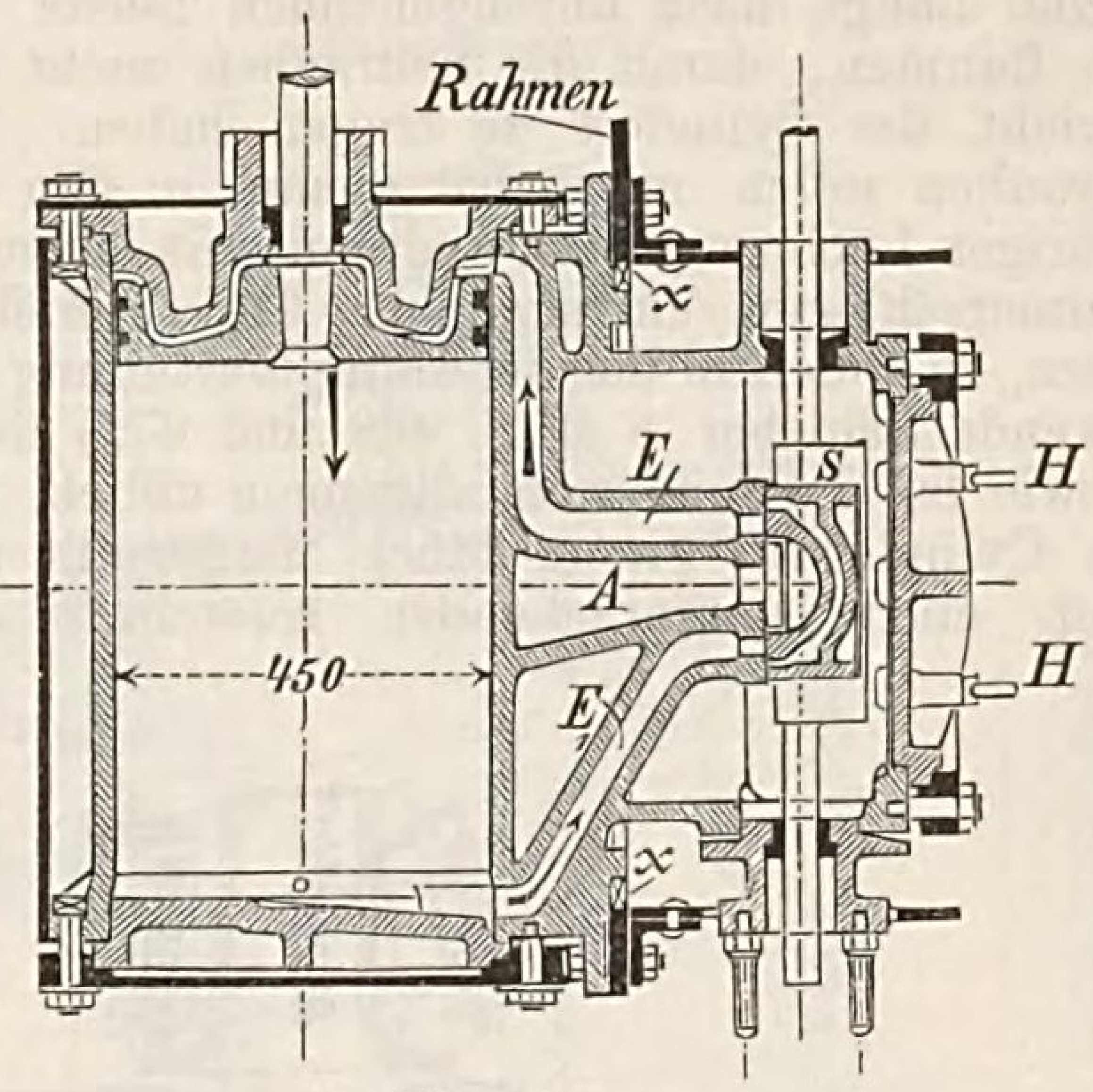


Fig. 471.

Schnitt CD

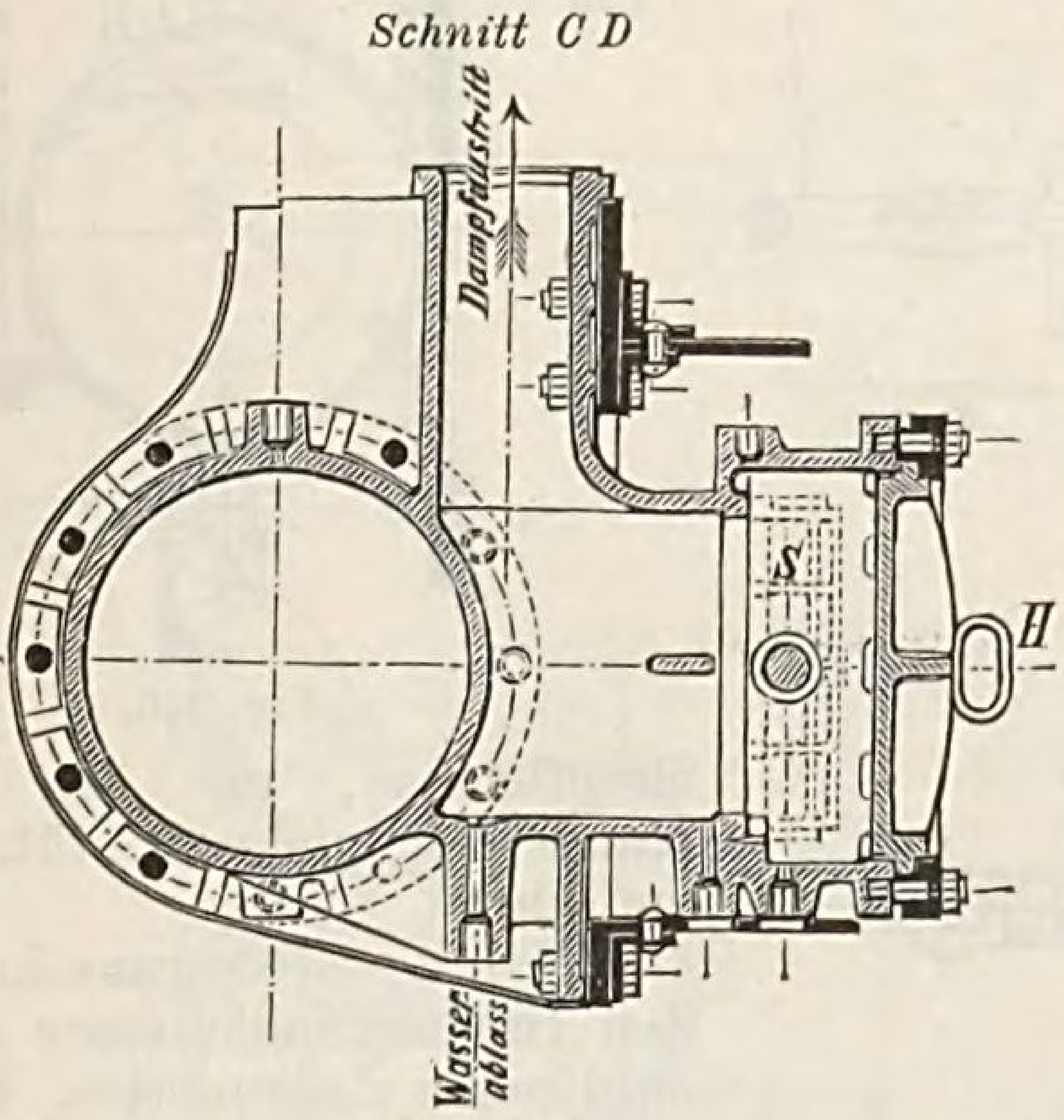


Fig. 469.

Schnitt I K

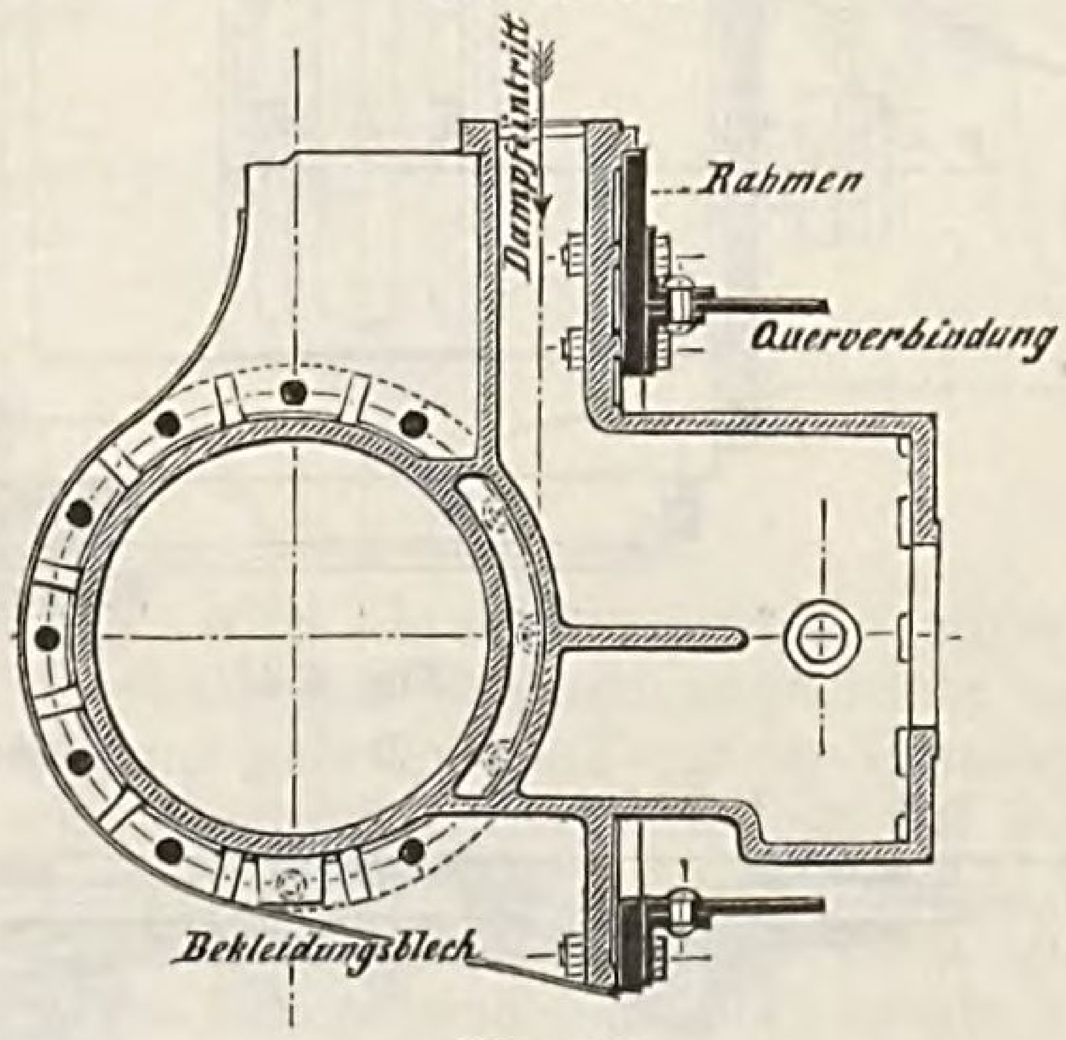


Fig. 472.

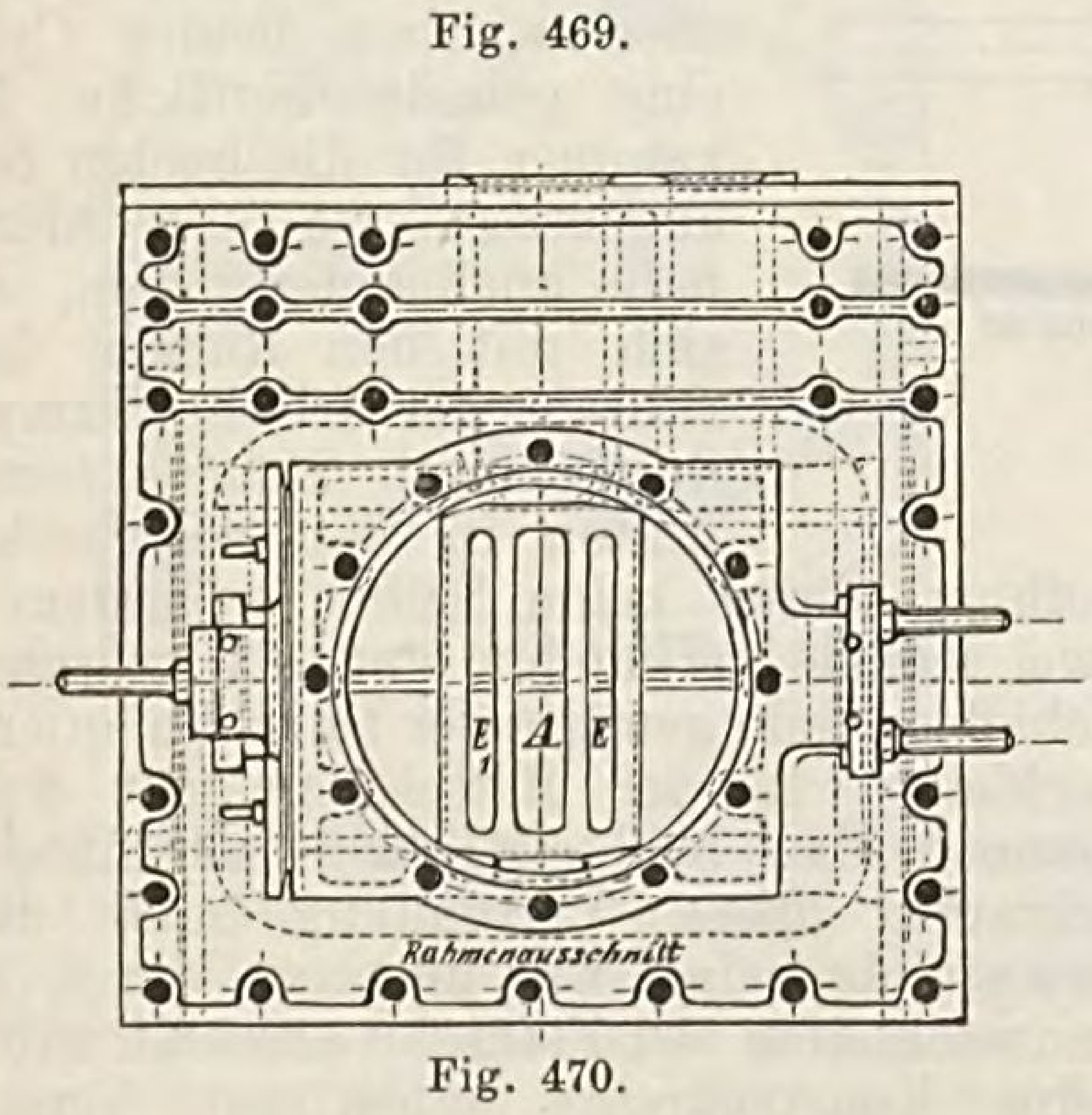


Fig. 470.

Schnitt FG

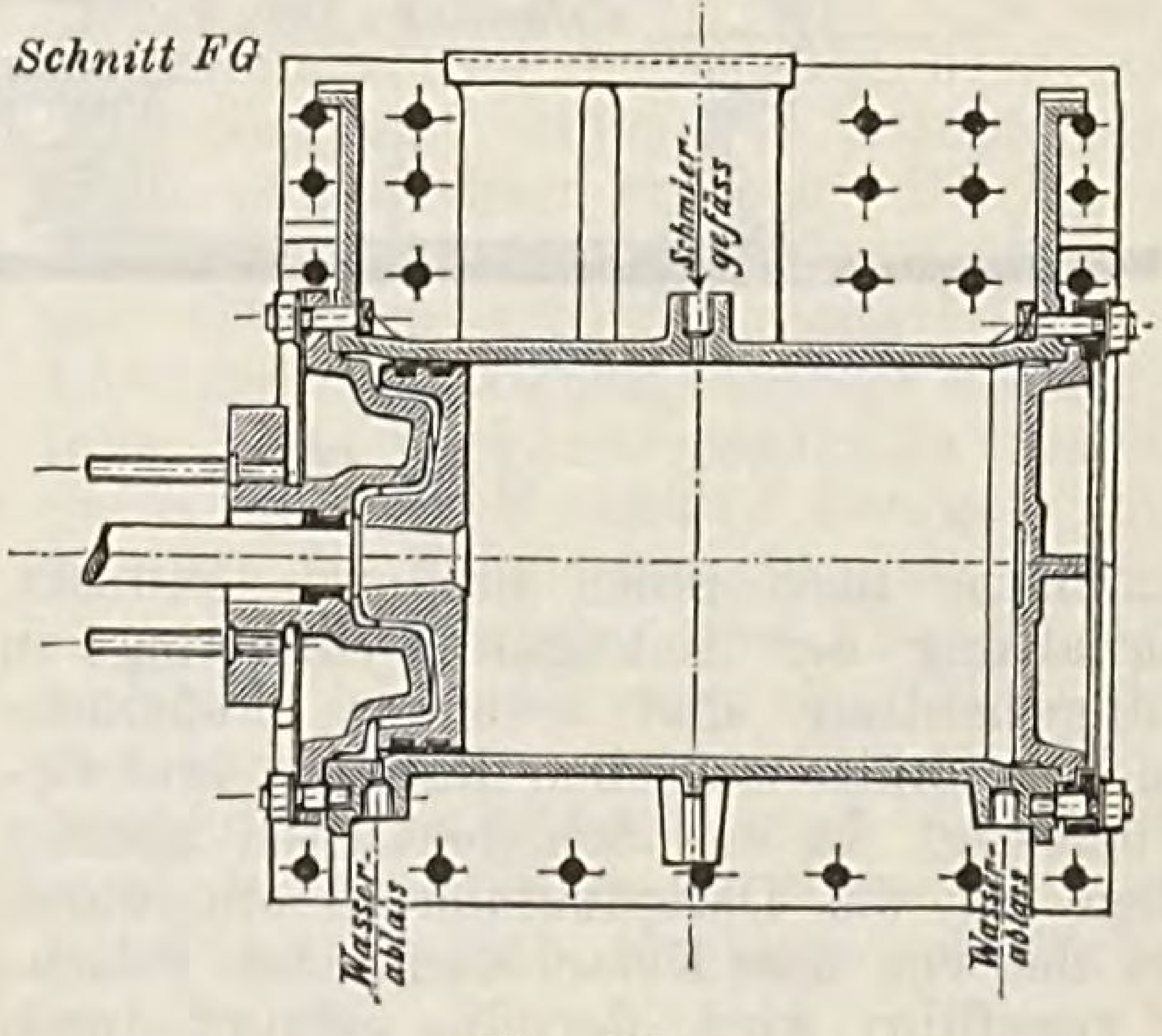


Fig. 473.

lokomotiven bis zu 550 mm, die Kolbenhube etwa zwischen 200—560 und 700 mm.

Das Verhältnis Kolbenhub : Cylinderdurchmesser beträgt 1,2 : 1,4. Bei Compoundmaschinen, kann dieses Verhältnis bei dem Niederdruckcylinder bis auf 1 : 2 und noch höher steigen (s. Compoundlokomotiven).

Im allgemeinen ist das Bestreben vorhanden, die Leistungen der Personen- und Schnellzuglokomotiven zu vergrößern und wachsen damit auch die Cylinderdurchmesser, die Heizflächen und somit das Lokomotivgewicht selbst.

Die D. werden aus Gußeisen hergestellt; die verschiedenen konstruktiven Ausführungen unterscheiden sich, abgesehen von den Größenverhältnissen, hauptsächlich durch die Anordnung der Cylinder außerhalb oder innerhalb der Rahmen, sowie durch die Lage der Schieberkasten zu den Cylindern; auch der Umstand, ob bei Maschinen mit oder ohne Verbundwirkung gearbeitet wird, ob der Cylinder mit oder ohne Dampfmantel (s. d.) ausgestattet ist, hat Einfluß auf die konstruktive Ausführung der D.

Fig. 468—473 stellen einen Außencylinder mit innerhalb der Rahmen liegender Steuerung dar, wie er bei den neuen Lokomotiven der preußischen Staatsbahnen in Anwendung ist; der Cylinder ist mittels eines seitlichen großen rechteckigen Flansches an dem Rahmenblech mit Schrauben befestigt und hängt mit einer, der ganzen Länge nach durchgehenden Leiste auf dem Rahmen, damit die Schrauben nicht das Gewicht des Cylinders zu tragen haben. Die Schrauben sollen möglichst genau in den zugehörigen Löchern passen und sind mit schweren Hammerschlägen einzutreiben. Der Schieberkasten, in welchem der die Dampfverteilung bewirkende Schieber S (Fig. 469 und 471) liegt, ist, wie bei Lokomotiven allgemein üblich, mit dem Cylinder in einem Stück hergestellt und durch einen entsprechenden Ausschnitt des Rahmenblechs nach innen hindurch gesteckt. Zur Erhaltung der richtigen Cylinderlage in der Längsrichtung sind besondere Paßstücke in dem Ausschnitt zwischen Rahmen und Cylinder befestigt. In den Schieberkasten mündet von oben her das Dampfzuflußrohr ein, durch welches der von dem Kessel kommende frische Dampf zugeführt wird; derselbe gelangt durch die rechteckigen Eintrittskanäle $E\ E_1$ (Fig. 470 und Fig. 471), je nach der Stellung des Schiebers, hinter oder vor den Kolben. Wenn der frische Dampf durch E hinter den Kolben strömt, so kann der vor dem Kolben befindliche, von dem vorhergehenden Kolbenschub vorhandene Dampf durch E_1 unter dem Schieber her in den Dampfaustrittskanal A und aus diesem durch das nach oben abzweigende Ausströmungsrohr in die freie Luft gelangen. Der Cylinder ist an den Enden durch aufgeschraubte Deckel geschlossen, welche dampfdicht anliegen müssen (hierauf wird weiter unten noch zurückgekommen); ebenso ist die Schieberkammer an der Innenseite mit einem Deckel versehen, nach dessen Abnahme der Schieber und der Schieberspiegel untersucht und ausgebessert, sowie bei vorgeschrittener Abnutzung der Spiegelflächen besondere Sohlen aufgeschraubt werden können. Die mit dem Dampfkolben verbundene Kolbenstange ist durch den hinteren Cylinderdeckel hindurchgeführt, ihre Dichtung wird durch die Stopfbüchse (s. d.) bewirkt; in gleicher Weise ist die zur Bewegung des Schiebers dienende Stange dampfdicht an beiden Enden durch Stopfbüchsen geführt. Zuweilen, besonders bei großen Cylinderdurchmessern, befindet sich auch in dem vorderen Cylinderdeckel noch eine

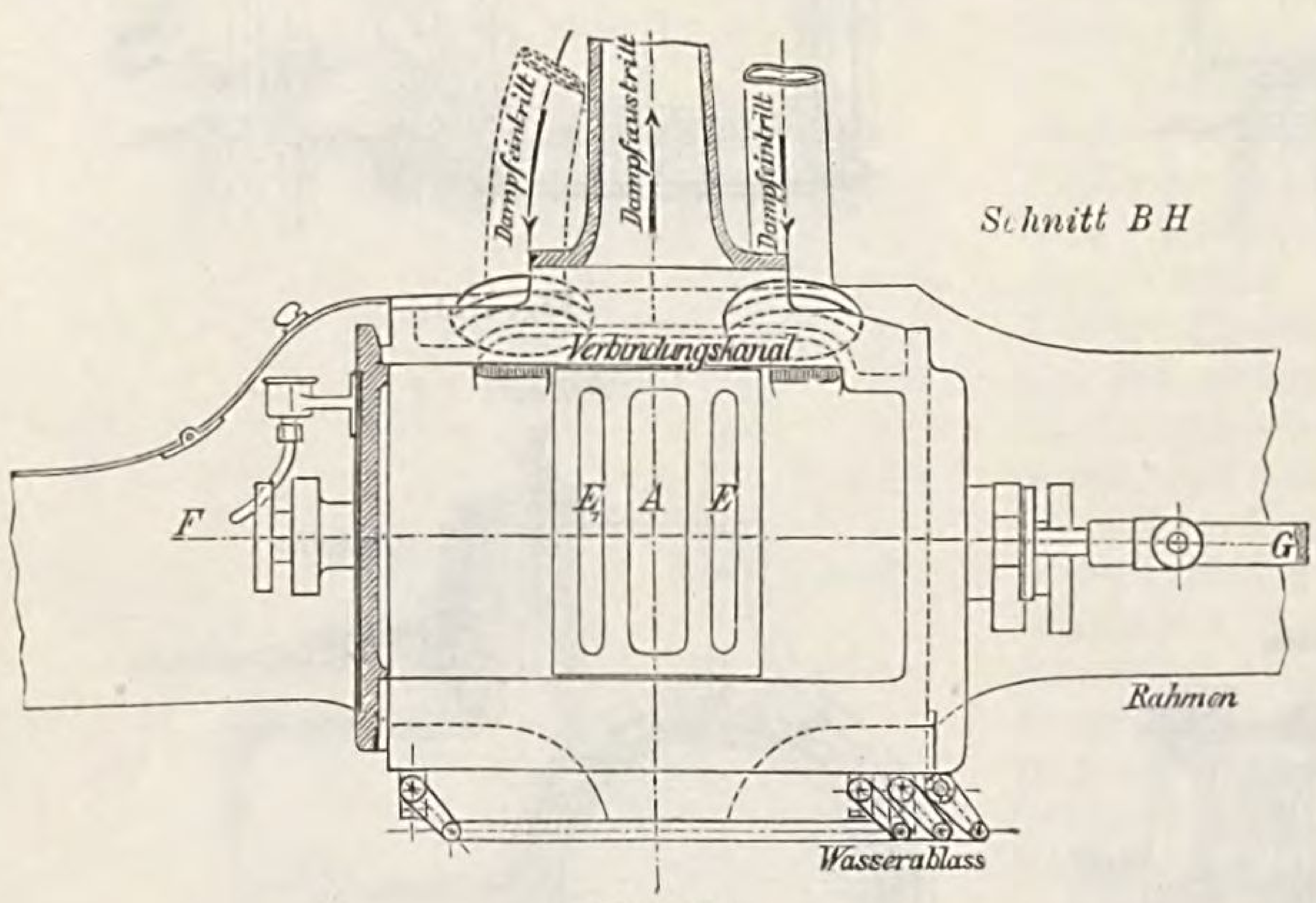


Fig. 474.

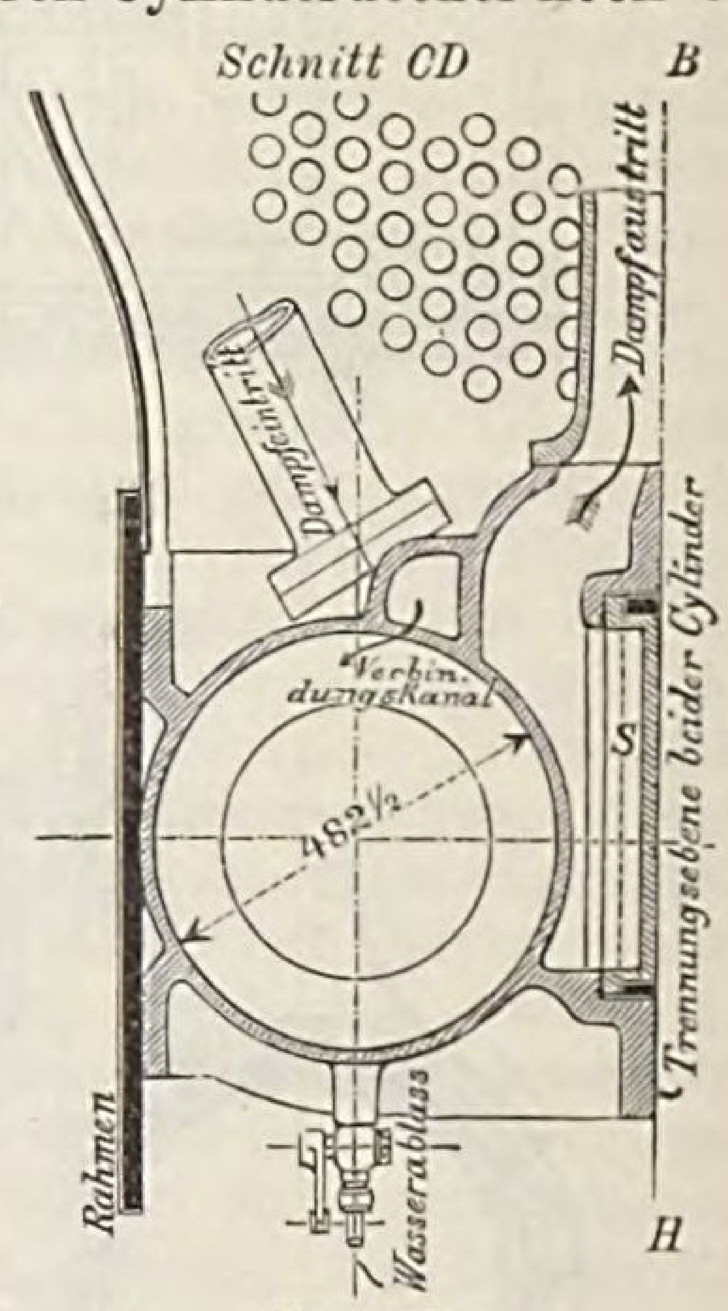


Fig. 475.

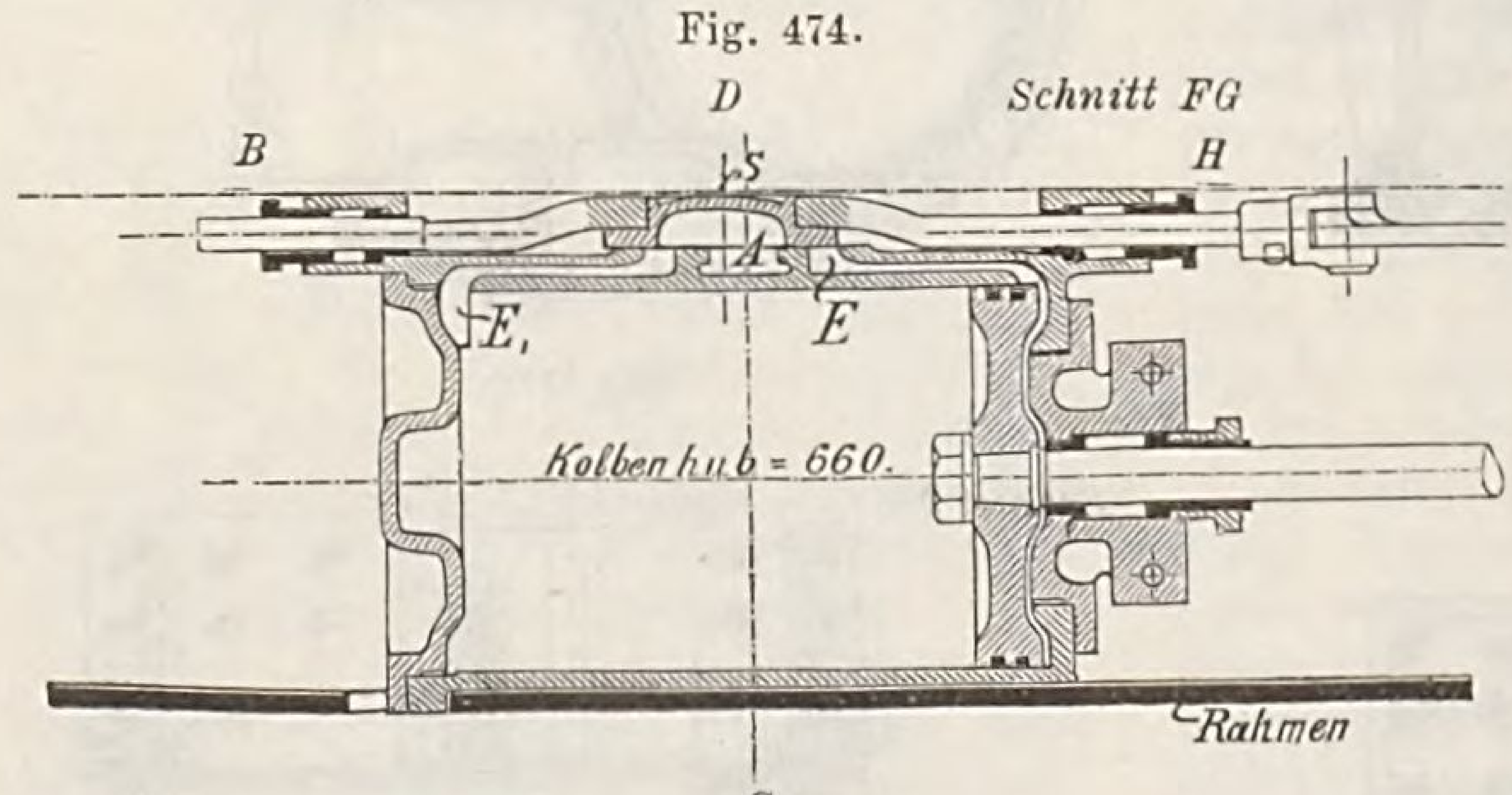


Fig. 476.

Stopfbüchse, um die Kolbenstange nochmals zu stützen und zu führen.

Fig. 474—476 veranschaulichen den Innencylinder einer neueren englischen Lokomotive, bei welcher zwischen beiden Cylindern eine gemeinschaftliche Dampfkammer für die beiden Schieber angeordnet ist, die hierbei so nahe aneinander liegen, daß sie sich mit den Rücken fast berühren; der frische Dampf wird durch zwei Rohre vorne und hinten in die Schieberkammer geführt, deren beide Seiten außerdem durch zwei Kanäle verbunden sind, da zwischen den Schiebern kein genügender Durchflußquerschnitt verbleibt. In der Mittelebene der Schieberkammer sind beide Cylinder miteinander verschraubt; diese Verbindung muß ebenfalls dampfdicht sein, was meistens durch Aufeinanderschleifen der Flansche erreicht wird. Einzelne Konstrukteure haben zur Vermeidung dieser Verbindung auch beide Cylinder in einem Stück hergestellt; die erstere Ausführung ist indessen die allgemein übliche. Die Schieber können bei der vorliegenden Konstruktion nur durch eine verhältnismäßig kleine rechteckige, mit einem Deckel verschlossene Öffnung nach vorne herausgenommen werden, und auch die Schieberspiegel sind nur durch diese zugänglich; dies ist ein Hauptübelstand dieser Anordnung, der

nur dadurch etwa unschädlich gemacht wird, daß für die Bearbeitung und Ausbesserung der Schieberspiegel in England allenthalben besondere Fräsmaschinen in Anwendung sind, mit welchen diese Arbeiten sich leicht ausführen lassen.

Ganz vermieden ist der letzterwähnte Nachteil bei dem in Fig. 477 und 478 dargestellten Cylinder, welcher einer neueren belgischen Lokomotive entnommen ist. Die beiden Cylinder sind möglichst nahe aneinander gerückt, so daß sie bei 500 mm innerem Durchmesser nur 570 mm von Mitte bis Mitte entfernt sind; sie sind unter sich mittels kräftiger Flansche und

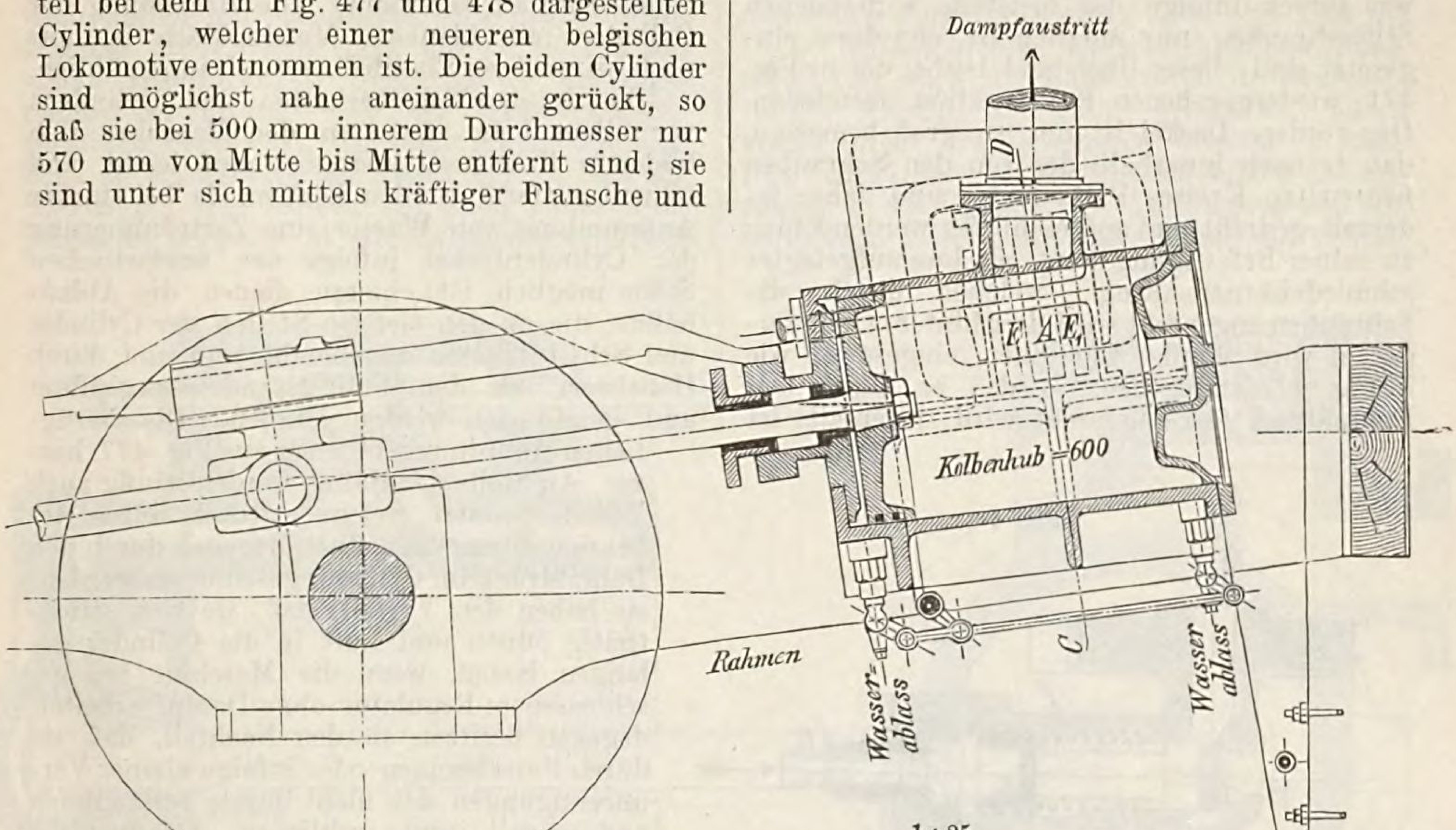


Fig. 477.

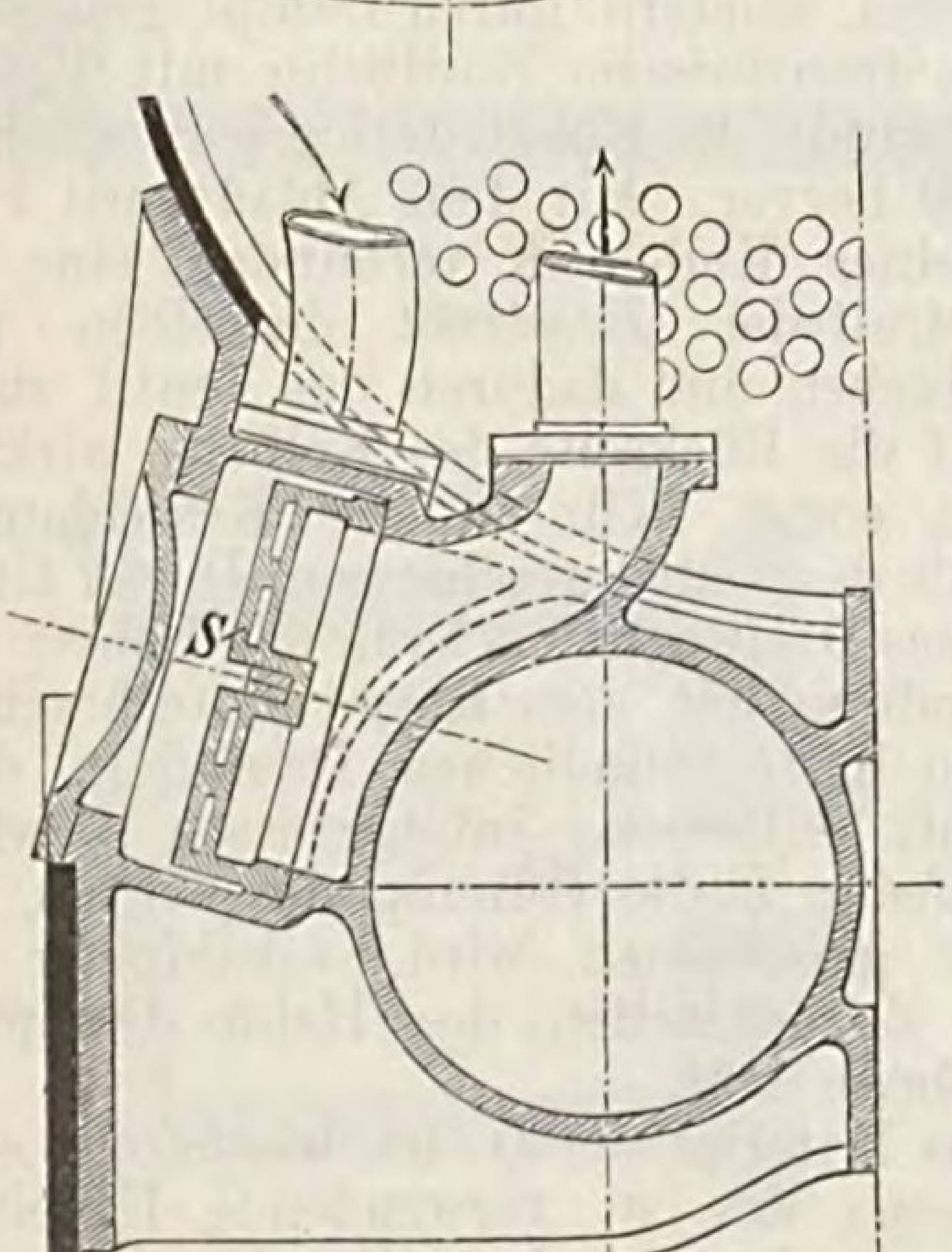


Fig. 478.

ebenso mit den Hauptrahmen der Lokomotive verschraubt und dienen zugleich mit einem oberen kreisförmigen Flansch als Unterstützung der Rauchkammer. Die Schieberkasten sind nach außen aufwärts gerichtet, so daß die Schieberkastendeckel oberhalb der Rahmen liegen, leicht zu entfernen und die Schieber und Schieberspiegel bequem nachzusehen sind. Bei allen vorbesprochenen Konstruktionen liegt die ganze Steuerung innerhalb der Rahmen.

Häufig werden auch noch andere Anordnungen der Schieberkasten getroffen. Bei Innencylindern kann man sie wagrecht nach außen richten, dann entsteht genau die umgekehrte Konstruktion wie in Fig. 468 mit Außencylindern und innenliegendem Schieberkasten; die Steuerung wird hierbei außerhalb der Rahmen angebracht. Ferner können noch bei Innen- und Außencylindern die Schieberkasten oberhalb oder unterhalb der Cylinder liegen; die Steuerung wird hierbei sowohl außerhalb wie innerhalb der Rahmen angeordnet und die Bewegung gebotenenfalls unter Einschaltung von schwingenden Zwischenwellen auf die Schieber übertragen. Derartige Ausführungen finden sich in den weiter unten angegebenen Quellen.

Die Dampfkanäle erhalten rechteckigen Querschnitt; bei den Eintrittskanälen ist das Verhältnis der Breite zur Höhe 1 : 8 bis 1 : 10. Hohe Kanäle sind zweckmäßig, da sie schnellere Eröffnung und schnelleren Dampfabschluß als breite und niedrige ergeben. Die Querschnitte der Kanäle müssen hinreichend groß sein, damit keine zu großen Arbeitsverluste bei der Ein- und Ausströmung infolge starker Drosselung, bezw. starken Gegendrucks entstehen; bei guten neueren Maschinen betragen die Querschnitte der Einströmungskanäle etwa $^1/_{10}$ des Cylinderquerschnitts, doch findet man auch vielfach $^1/_{12}$ und sogar $^1/_{15}$. Für den Ausströmungskanal schwankt dieses Verhältnis gewöhnlich zwischen $^1/_5$ und $^1/_8$. Die Einströmungskanäle sind so zu führen, daß sie möglichst kurz werden, um kleine schädliche Räume zu erhalten.

Besondere Sorgfalt ist der Dichtung der Deckel zuzuwenden; dieselben werden durch Schrauben an der Cylinderflansche befestigt und wird das Dichthalten dort, wo die Dichtflächen nicht aufeinander geschliffen werden können, oder wo ein nachträgliches Zusammenschleifen nicht mehr möglich ist, vielfach durch Einlegen eines Dichtungsmittels, wie Kupferdraht, Gummi, Asbest, Hanf etc., zwischen Deckel und Flansche herbeigeführt, am voll-

kommensten jedoch sind die Metalldichtungen, und unter diesen wiederum diejenigen, welche nicht durch die Schmiegsamkeit des Zwischenmittels, wie z. B. Kupferringe, sondern durch vollkommene Berührung wirken. Um letztere herbeizuführen, ist vollständiges Aufschleifen des Deckels auf die Cylinderflansche erforderlich, was jedoch infolge der meistens vorhandenen Stiftschrauben nur möglich ist, ehe diese eingesetzt sind; dieser Übelstand ist bei der in Fig. 471 wiedergegebenen Konstruktion vermieden. Der vordere Deckel ist nur so groß bemessen, daß er noch innerhalb des von den Schrauben begrenzten Kreises Platz findet und daher jederzeit gedreht und aufgeschliffen werden kann; zu seiner Befestigung dient ein lose aufgelegter schmiedeiserner Ring, welcher durch die Schrauben angepreßt wird. Der hintere Cylinderdeckel wird häufig von innen eingesetzt, wie in Fig. 477 angegeben, so daß er durch den Dampfdruck fest angepreßt wird; jedenfalls ist

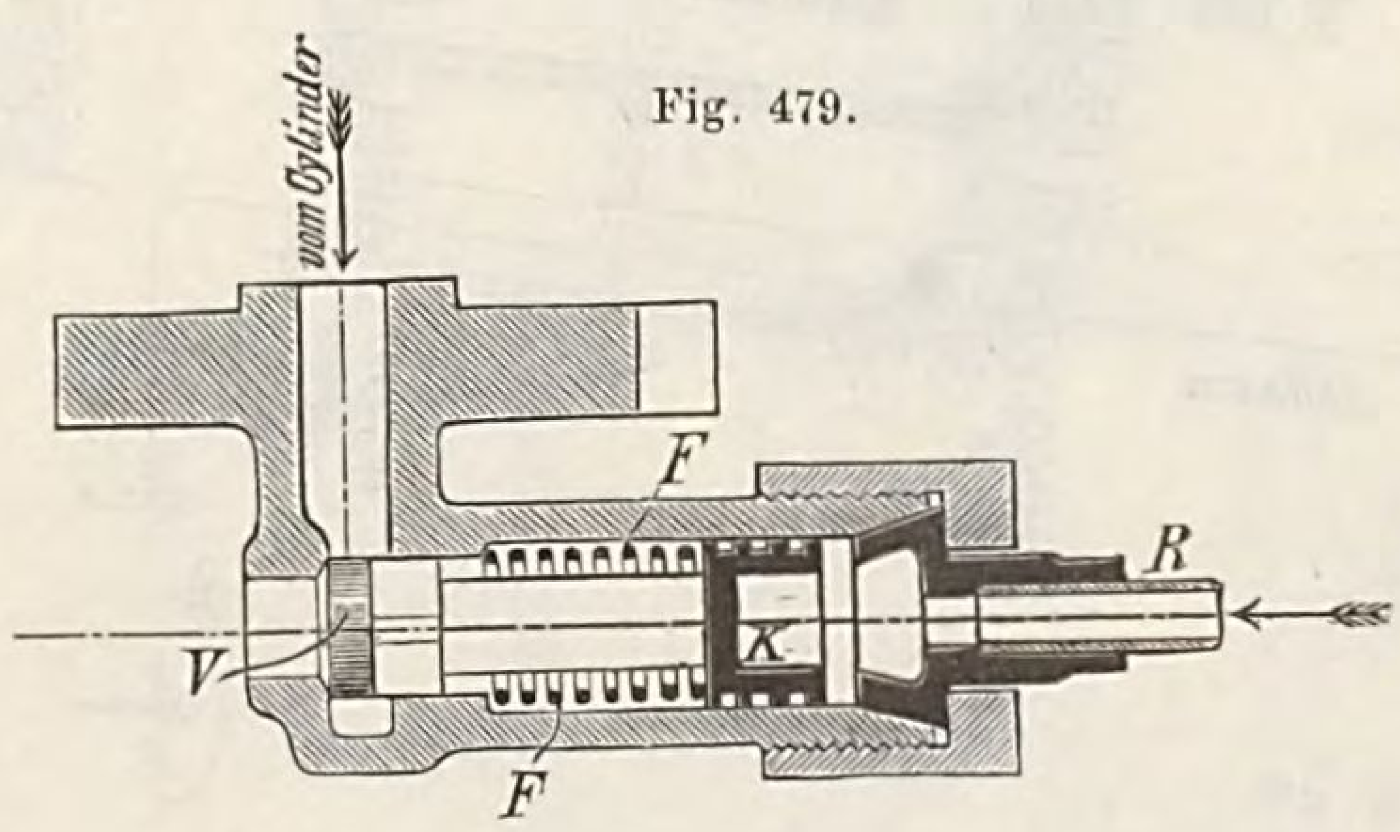
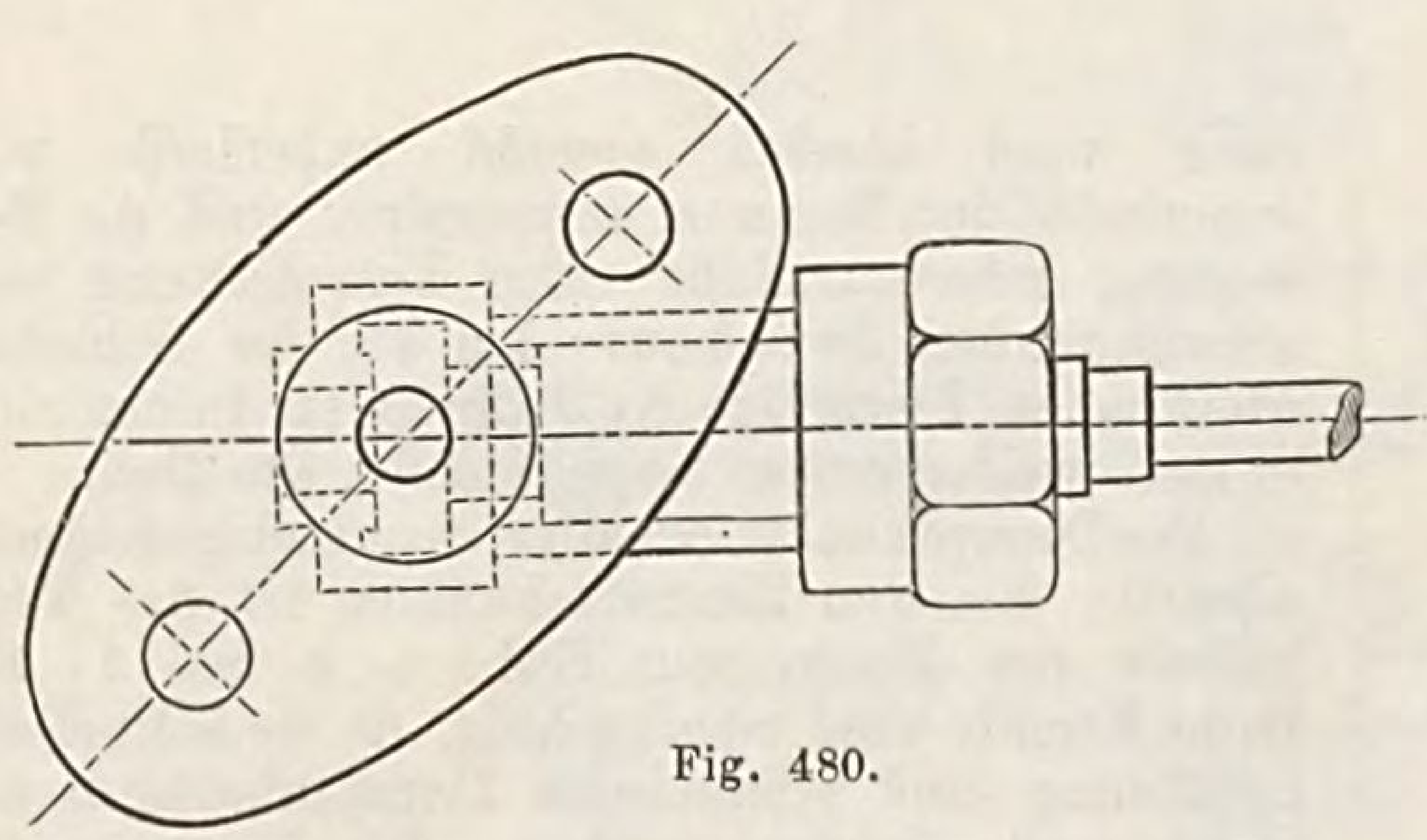


Fig. 479.


Fig. 480.

der Dichtung des hinteren Cylinderdeckels ganz besondere Sorgfalt bei der ersten Herstellung zuzuwenden, da Undichtwerden dieser Deckel unbequeme und nicht schnell auszuführende Reparaturen zur Folge hätte, sobald die Geradführungslineale des Kreuzkopfes, wie meistens üblich, an diesen Deckeln befestigt sind. Auch die Schieberkastendeckel sind sorgfältig zu dichten und ist es empfehlenswert, sie behufs bequemen Aufschleifens ebenfalls rund zu gestalten, wie in Fig. 469 ausgeführt, bei welcher Konstruktion zum Anpressen des Deckels gleichfalls ein loser schmiedeiserner Ring benutzt ist.

Die an dem Schieberkastendeckel (Fig. 471) angeschraubten Handgriffe *HH* dienen zum Anfassen und Festhalten des Deckels beim Abnehmen oder Einsetzen; ähnliche Griffe können in die Cylinderdeckel eingeschraubt werden.

Gegen äußere Abkühlung sind besonders die außerhalb der Rahmen angeordneten Cylinder durch Bekleiden mit schlechten Wärmeleitern gut zu schützen; die äußere Bekleidung wird gewöhnlich durch ein um die Flansche gelegtes glattes Stahl- oder Eisenblech hergestellt (Fig. 469, 472), so daß zwischen diesem und dem Cylinder eine ruhende Luftschicht, welche ebenfalls ein schlechter Wärmeleiter ist, eingeschlossen ist. Auch die Deckel werden meistens in dieser Weise geschützt; vielfach wird diesem für die Dampfersparnis wichtigen Punkt nicht genügende Sorgfalt zugewandt. Die Bekleidung der Cylinder mit blankem Messingblech ist nur noch bei wenigen Eisenbahnverwaltungen üblich.

Das in den Schieberkasten und Cylindern vor allem beim Anlassen der Maschine sich bildende Kondensationswasser muß leicht und schnell entfernt werden können, da bei starker Ansammlung von Wasser eine Zertrümmerung der Cylinderdeckel infolge der unelastischen Stöße möglich ist; hierzu dienen die Ablaßhähne, die an den tiefsten Stellen der Cylinder und Schieberkasten angebracht sind und durch Hebelwerk von dem Führerstand aus geöffnet und geschlossen werden können. Die bezüglichen Anordnungen gehen aus Fig. 477 hervor. An Stelle der Hähne werden häufig auch Ventile benutzt, welche ebenfalls durch Hebel und Stangen geöffnet, dagegen durch den Dampfdruck im Cylinder geschlossen werden; sie haben den Vorteil, daß sie sich selbstthätig öffnen und Luft in die Cylinder gelangen lassen, wenn die Maschine bei geschlossenem Regulator ohne Dampf arbeitet, dagegen besitzen sie den Nachteil, daß sie durch Festklemmen oder infolge kleiner Verunreinigungen sich nicht immer vollkommen und schnell genug schließen. Ablaßventile, deren Öffnung nicht durch Stangen und Hebel, sondern durch Dampf geschieht, hat die französische Nordbahn mit Erfolg angewandt, die Konstruktion geht aus Fig. 479, 480 hervor. Mit dem Ablaßventil *V* ist ein kleiner Kolben *K* verbunden; eine kräftige Spiralfeder *F* strebt denselben zu verschieben und dadurch das Ventil zu öffnen; auf die Rückseite des Kolbens wirkt durch ein enges Rohr *R* der Kesseldampf und hält das Ventil geschlossen. Durch Umstellen eines Dreiweghahns kann der Führer die Verbindung mit dem Kessel unterbrechen und den in *R* befindlichen Dampf in die freie Luft entlassen; infolgedessen bewirkt die Spiralfeder *F* die Öffnung des Ventils, welches wieder geschlossen wird, sobald der Führer durch Zurückstellen des Hahns Dampf in *R* einströmen läßt.

Das Material der D. ist, wie bereits erwähnt, Gußeisen; das zu verwendende Roheisen soll hart und im frischen Bruch tiefgrau und großkörnig sein, meistens wird schottisches Gießereiroheisen benutzt. Die Herstellung der Gußformen geschieht in der Regel nach Modell in Kasten und weicht von sonst üblichen Formmethoden nicht ab; der Guß soll stehend mit Einlauf von unten erfolgen und behufs Erzielung eines dichten Gusses soll ein sogenannter verlorener Kopf, d. h. eine später abzuschneidende Verlängerung des Cylinders angegossen werden. Langsame Erkaltung des Gusses ist wesentlich für dessen Güte und Festigkeit.

Die Fertigstellungsarbeiten beziehen sich auf Herstellung der Bohrung, Bearbeiten der sämtlichen Flanschen des Schieberspiegels und der Kanaleingänge. Die Bohrung muß durchaus cylindrisch, von überall gleichem Durch-

messer sein und wird auf besonderen Cylinderbohrmaschinen (s. Bohrapparate) meistens in wagrechter Anordnung, zuweilen auch auf gewöhnlichen Drehbänken hergestellt; auf derselben Maschine werden die Flanschen für die Befestigung der Cylinderdeckel bearbeitet. An den cylindrisch gebohrten Teil schließt sich nach hinten hin ein kurzes, erweitertes cylindrisches Stück, nach vorne hin ein solches mit einem kegelförmigen Übergang — die sogenannte Vorbohrung — an; der Zweck des kegelförmigen Stücks ist, das Einbringen des Kolbens zu erleichtern, der Zweck der Vorbohrung überhaupt: den Kolben am Ende seines Hubs jedesmal teilweise in die Cylindererweiterung

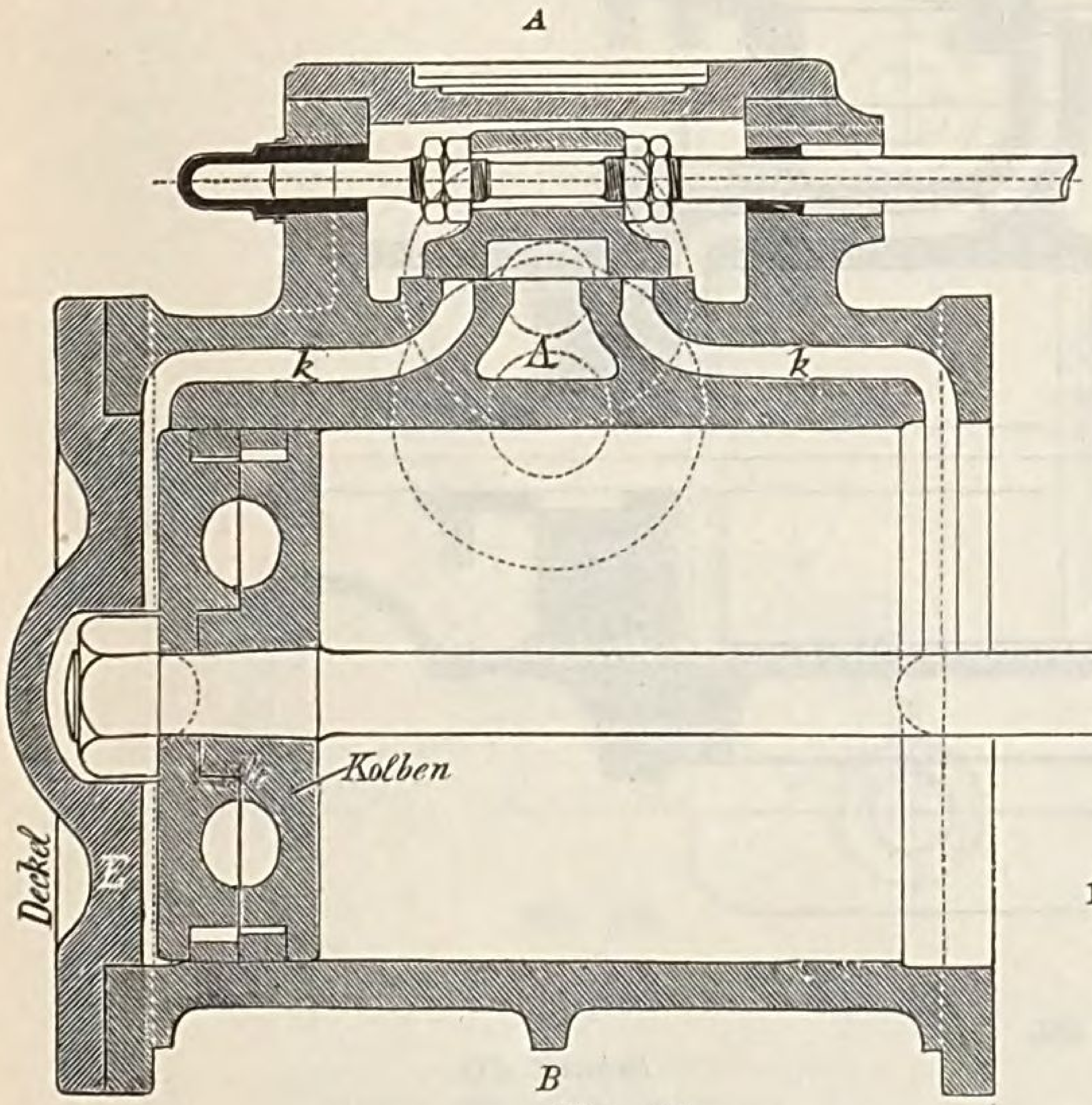


Fig. 481.

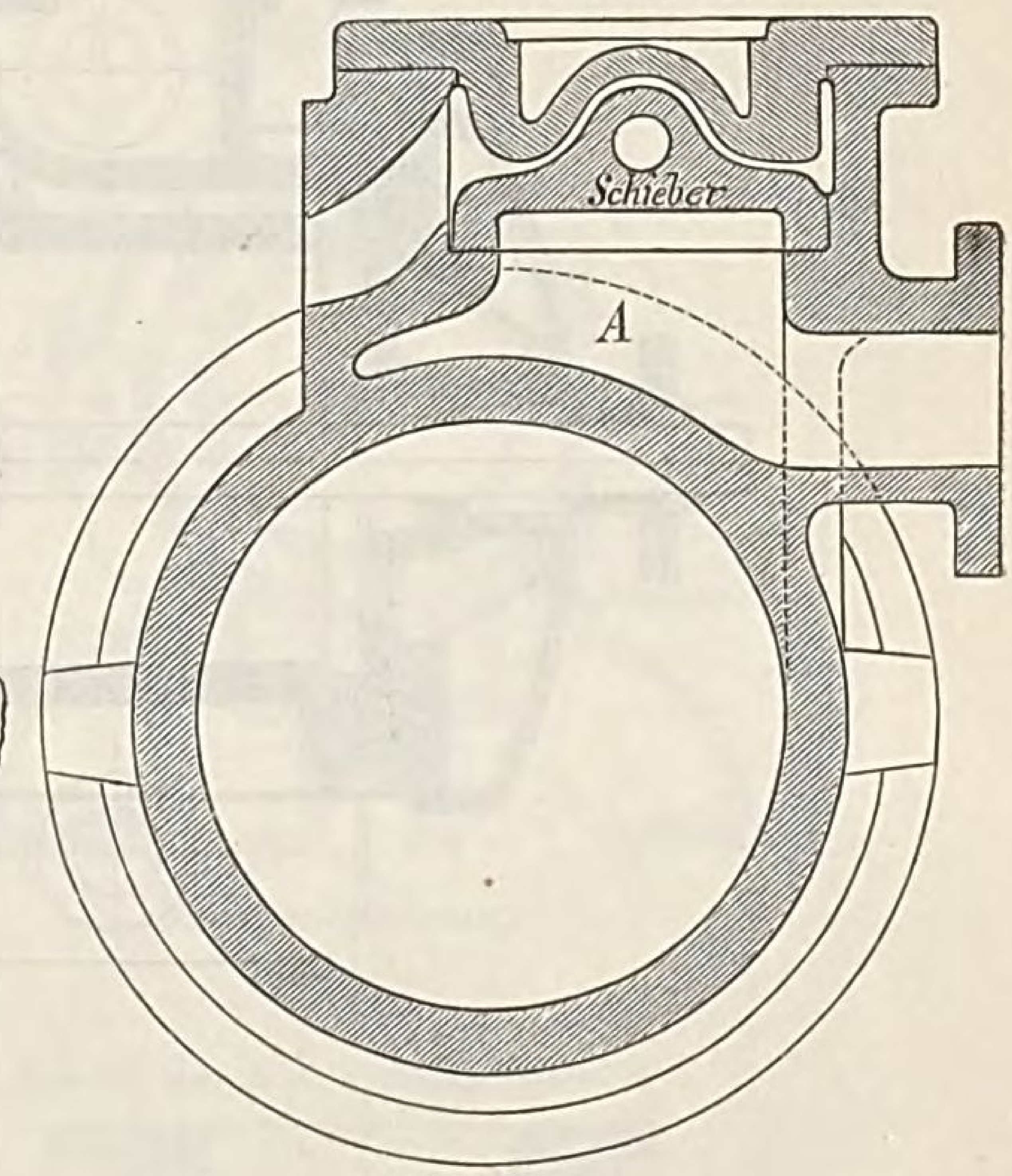


Fig. 482.

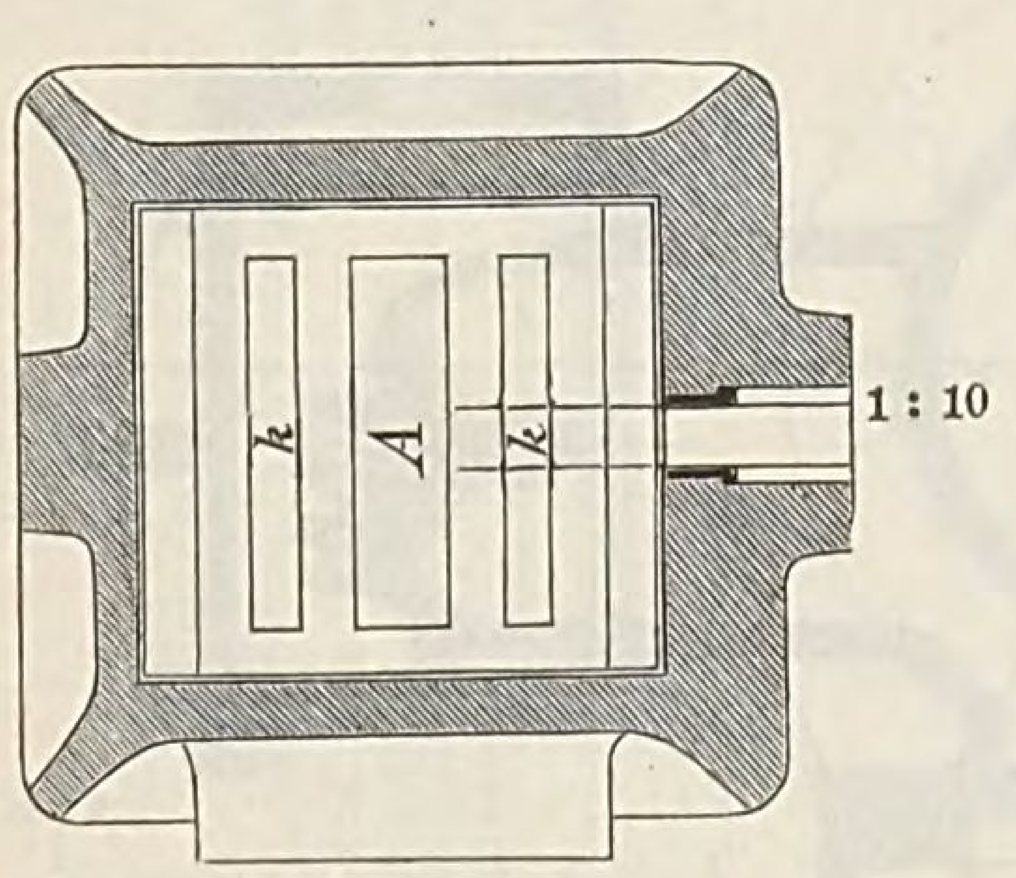


Fig. 483.

eintreten, ihn überschleifen zu lassen, damit bei eintretendem Verschleiß des Cylinders die Bohrung innerhalb der Grenzen des Hubs nicht weiter wird, als an den Enden, wodurch sowohl das Herausnehmen des Kolbens als auch bei vorkommenden Veränderungen der Trieb- und Kolbenstangenlänge ein Anstoßen der Kolbenringe an den gebildeten Grat erfolgen könnte.

Das Bearbeiten der seitlichen Befestigungsflansche, der Schieberkastenflansche und des Schieberspiegels geschieht gewöhnlich auf Planhobelmaschinen; zur Bearbeitung des Schieberspiegels und der Anfänge der Dampfkanäle in demselben eignen sich besonders gut die Fraisen, welche neuerdings vielfach für diesen Zweck angewandt werden.

Nach Beendigung der Hauptbohr- und Hobelarbeiten sind noch die Löcher für die Deckel und für die Rahmenschrauben, sowie für die Wasser- und Schmierhähne zu bohren, was entweder von Hand oder auf gewöhnlichen Bohrmaschinen ausgeführt wird; dann erst sind die Deckel aufzuschleifen, was ausschließlich Handarbeit ist; auch die Kanalkanten im Schieberspiegel werden von Hand bearbeitet, sofern hierzu nicht Fraismaschinen benutzt werden. Den Schluß der Cylinderarbeiten bilden das Anpassen an die Rahmen, die Anbringung der verschiedenen Hähne, die Befestigung der Geradführungslineale, der Dampfein- und Ausströmungsrohre, die Anbringung der Bekleidungsbleche u. s. w., Arbeiten, welche erst bei dem Zusammenbau der ganzen Lokomotive ausgeführt werden.

Litteratur: Heusinger v. Waldegg, Handbuch für specielle Eisenbahntechnik, 3. Band (Lokomotivbau), Kapitel VIII: Konstruktion der Dampfcylinder u. s. w., Leipzig 1882; Das Eisenbahnmaschinenwesen auf der Weltausstellung in Antwerpen (1885), Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1885, S. 849 u. ff.; Die Lokomotive auf der Pariser Weltausstellung (1889), Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1889 und 1890. Salomon.

II. Dampfcylinder der stationären Dampfmaschinen.

Die D. der feststehenden Dampfmaschinen unterscheiden sich von den D. der Lokomotiven, abgesehen von der verschiedenartigen Anordnung, welche durch die Art der Aufstellung vorgezeichnet wird, namentlich in der Konstruktion, welche durch die Eigenart der Dampfein- und Auslaßorgane, und der Verbindung der D. mit der Kreuzkopfführung bedingt ist.

Es sei gleich vorausgeschickt, daß auf die D. von Wasserhaltungsmaschinen, Schiffsmaschinen, Fördermaschinen u. s. w. nicht näher eingegangen werden wird und nur Dampfmaschinen, welche in Eisenbahnwerkstätten,

Wasserstationen, für elektrische Beleuchtungsanlagen von Bahnhöfen u. dgl. zur Verwendung gelangen, hier in Betracht kommen sollen.

Konstruktion der D. der stationären Dampfmaschinen.

Dieselben bestehen aus Gußeisen und sind mit geringen Ausnahmen, gewöhnlich mit den Schie-geren Herstellungskosten, andrerseits wegen der leichteren und bequemeren Wartung und Bedienung. Dieselben haben jedoch den Übelstand, daß der Verschleiß des Kurbellagers sowohl nach wagerechter als nach senkrechter Richtung stattfindet und daß das Kolbengewicht schon bei nur einigermaßen großen Maschinen nicht von

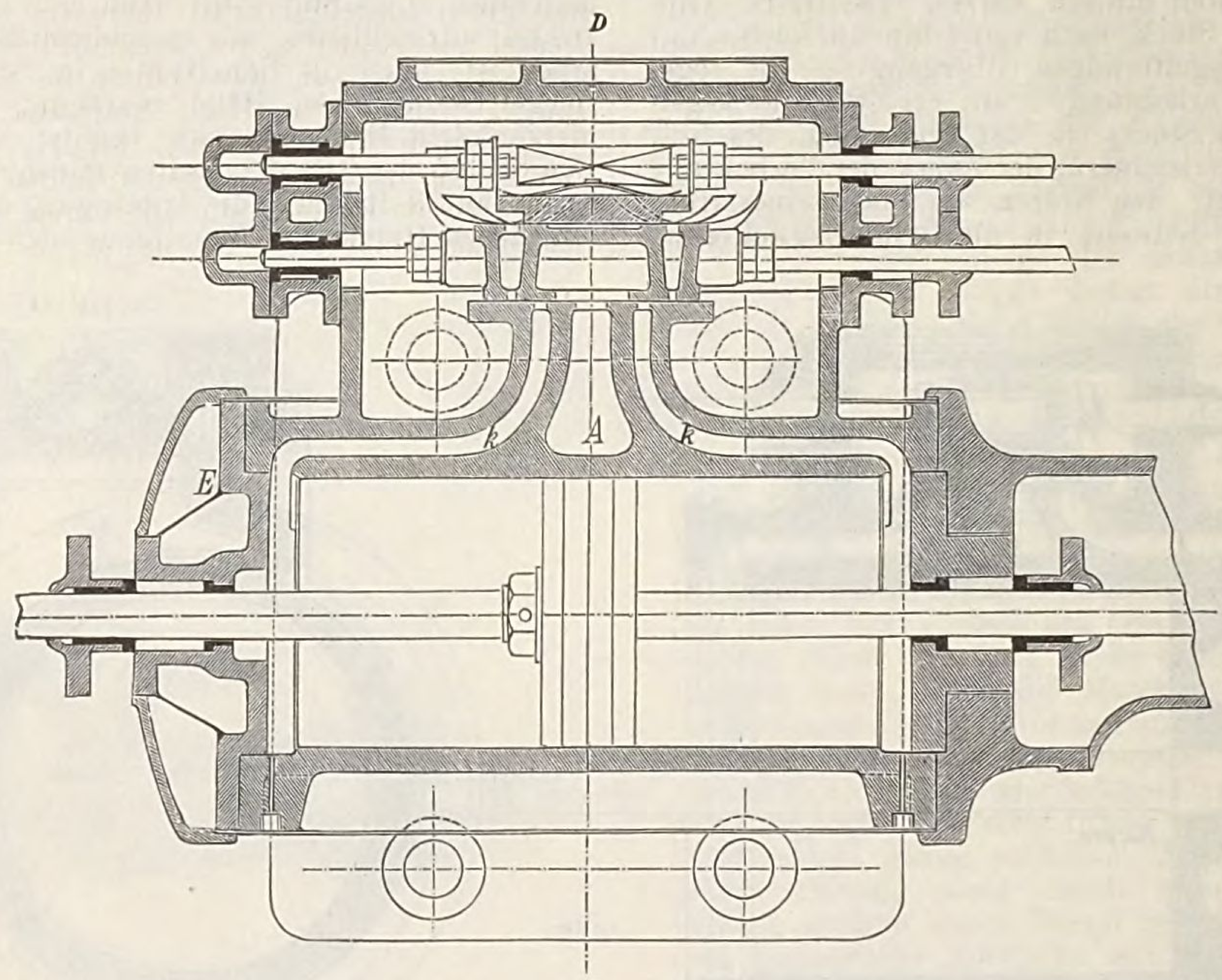


Fig. 484.

Schnitt CD

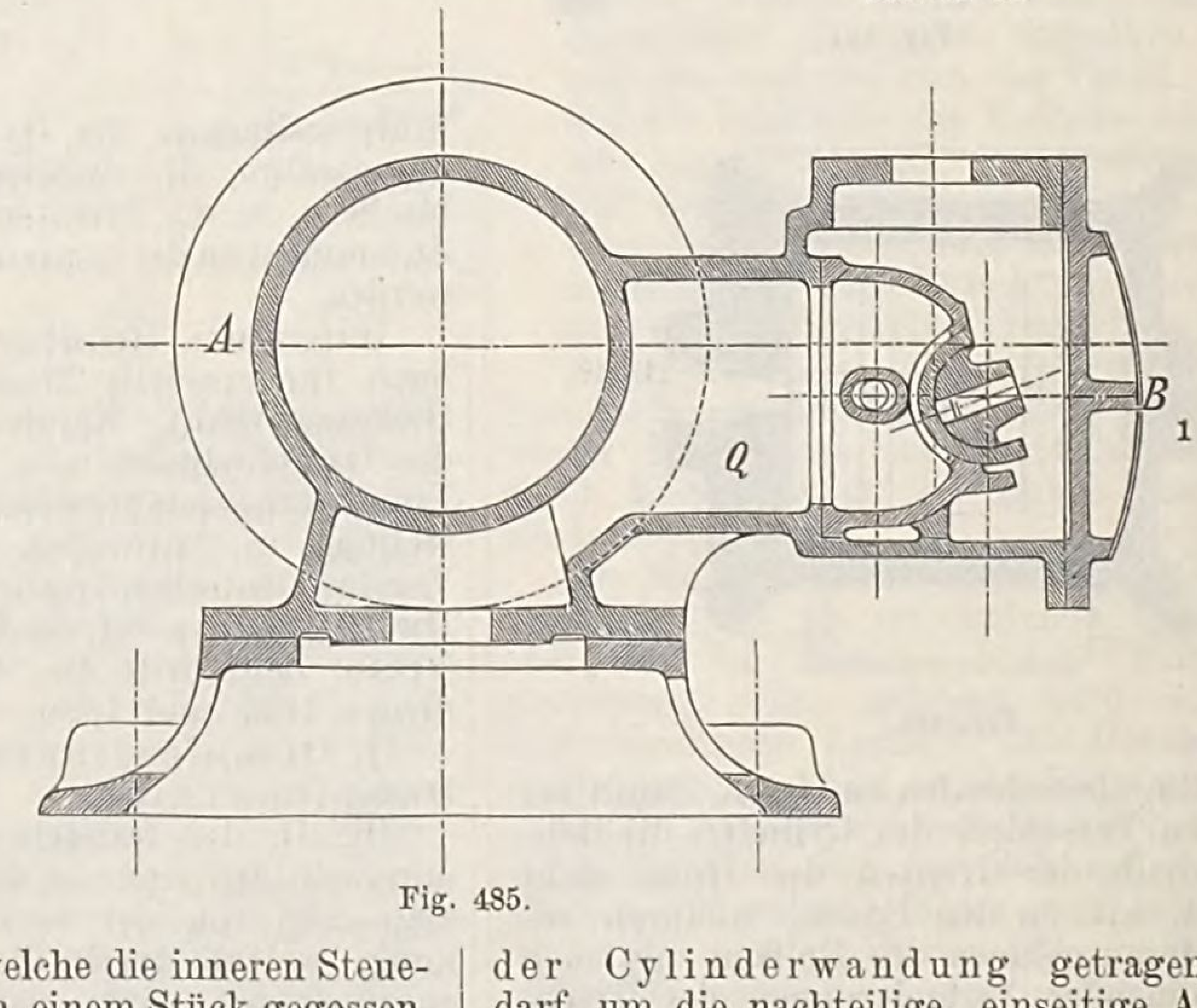


Fig. 485.

ber- oder Ventilkasten, welche die inneren Steuerungsteile aufnehmen, in einem Stück gegossen.

Die beiden Enden des cylindrischen Teils werden durch Deckel verschlossen, in welchen sich die Stopfbüchsen zum Hindurchführen der Kolbenstangen befinden.

Maschinen, an welchen die geometrische Achse des D. horizontal liegt, sind die häufigst angewandten, und zwar einerseits wegen der gegenüber sonstigen Konstruktionsarten gerin- der Cylinderwandung getragen werden darf, um die nachteilige, einseitige Abnutzung derselben hintanzuhalten.

Damit nun der Dampfkolben nicht von der Cylinderwandung getragen wird, versieht man bei den meisten liegenden D. beide Cylinderdeckel mit Stopfbüchsen und führt die Kolbenstange durch beide Cylinderdeckel, was für Maschinen bis etwa 500 mm Cylinderdurchmesser genügt.

In großen D. muß jedoch der Kolbenkörper ganz frei schweben und soll nur von der Kolbenstange getragen werden. Zu dem Ende ist es notwendig, daß man die Kolbenstange nicht nur durch beide Cylinderdeckel hindurchführt, sondern auch jenseits derselben an jedem Ende durch Schlitten oder Schlittenbahnen, bezw. durch passend konstruierte Führungen stützt.

Kleine D., ferner die meisten senkrecht angeordneten, oder D. an Dampfmaschinen, welche in ihrem Längenmaß aus bestimmten Gründen möglichst kurz zu halten sind, erhalten nur einseitig geführte Kolbenstangen.

Jene D., welche als innere Steuerungsteile Flachschieber besitzen, wie z. B. kleine Hoch-

Dampf aus dem Schieberkasten je nach der Stellung des Schiebers vor oder hinter den Kolben zu leiten.

Bezeichnet h und b die Höhe und Breite der Dampfkanäle k, dann ist nach Radinger

$$\frac{h\,b}{F} = \frac{\text{Einströmfläche}}{\text{Cylinderquerschnitt}} = \frac{v}{30},\ \text{somit}\ hb = \frac{vF}{30}$$

und ist v in Metern, F in Quadratcentimetern, h und b in Centimetern verstanden.

Das Verhältnis der Höhe zur Breite der Kanäle k ist bei kleinen Maschinen $^1/_6$, bei mittleren $^1/_7$, bei großen $^1/_7$ bis $^1/_{10}$.

Der verbrauchte Dampf kann unter dem Schieber in den Dampfaustrittskanal A strömen.

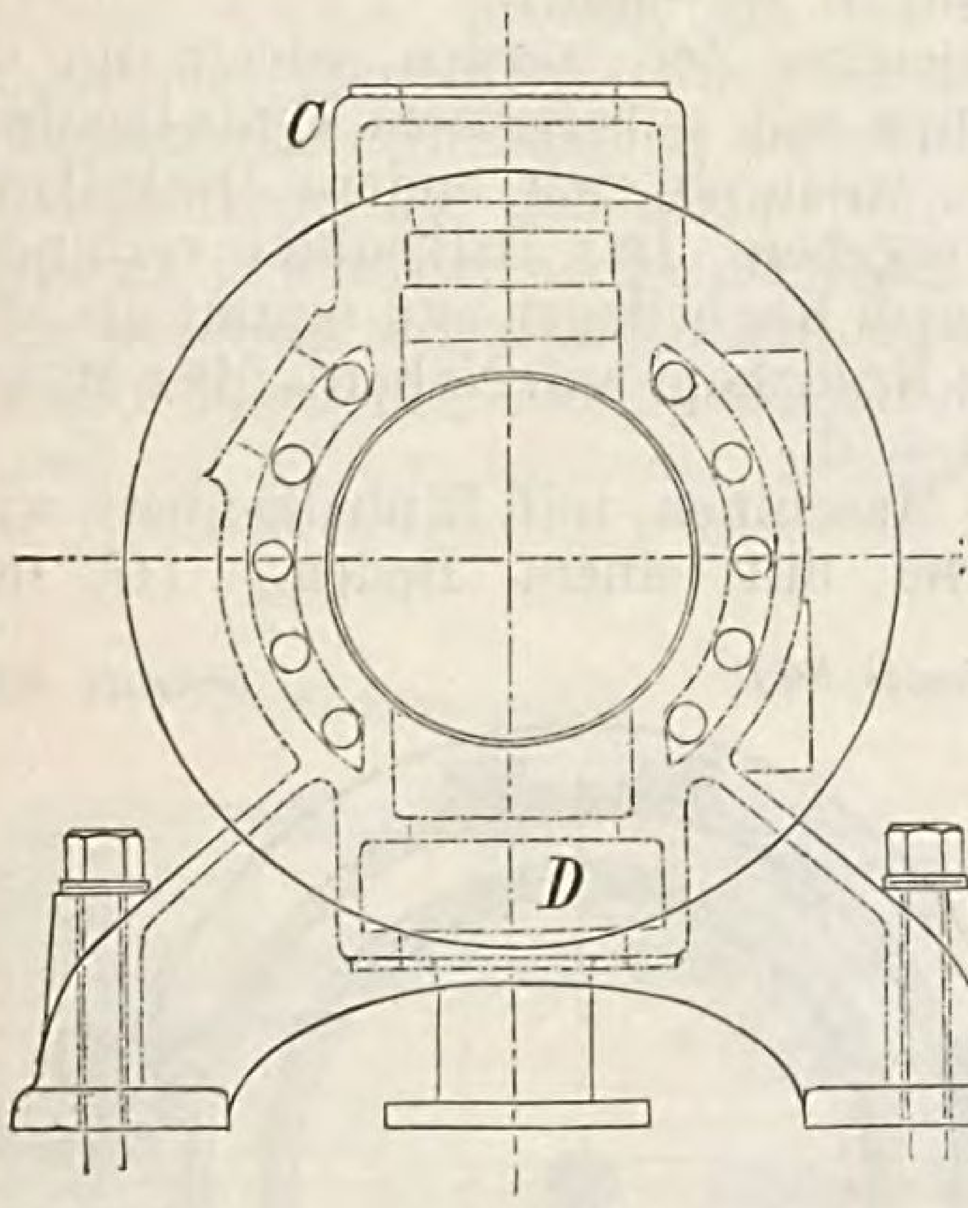


Fig. 486.

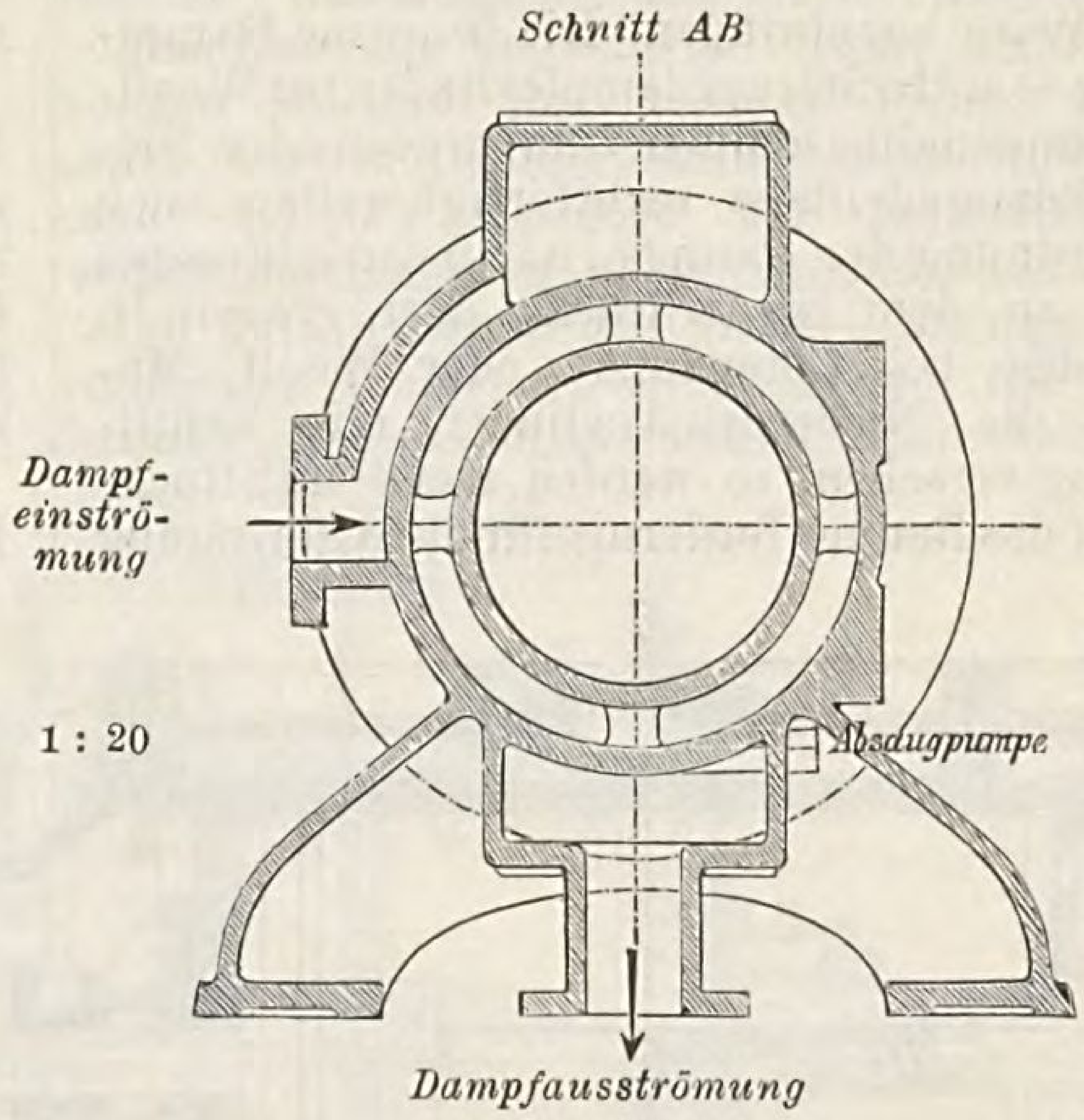


Fig. 487.

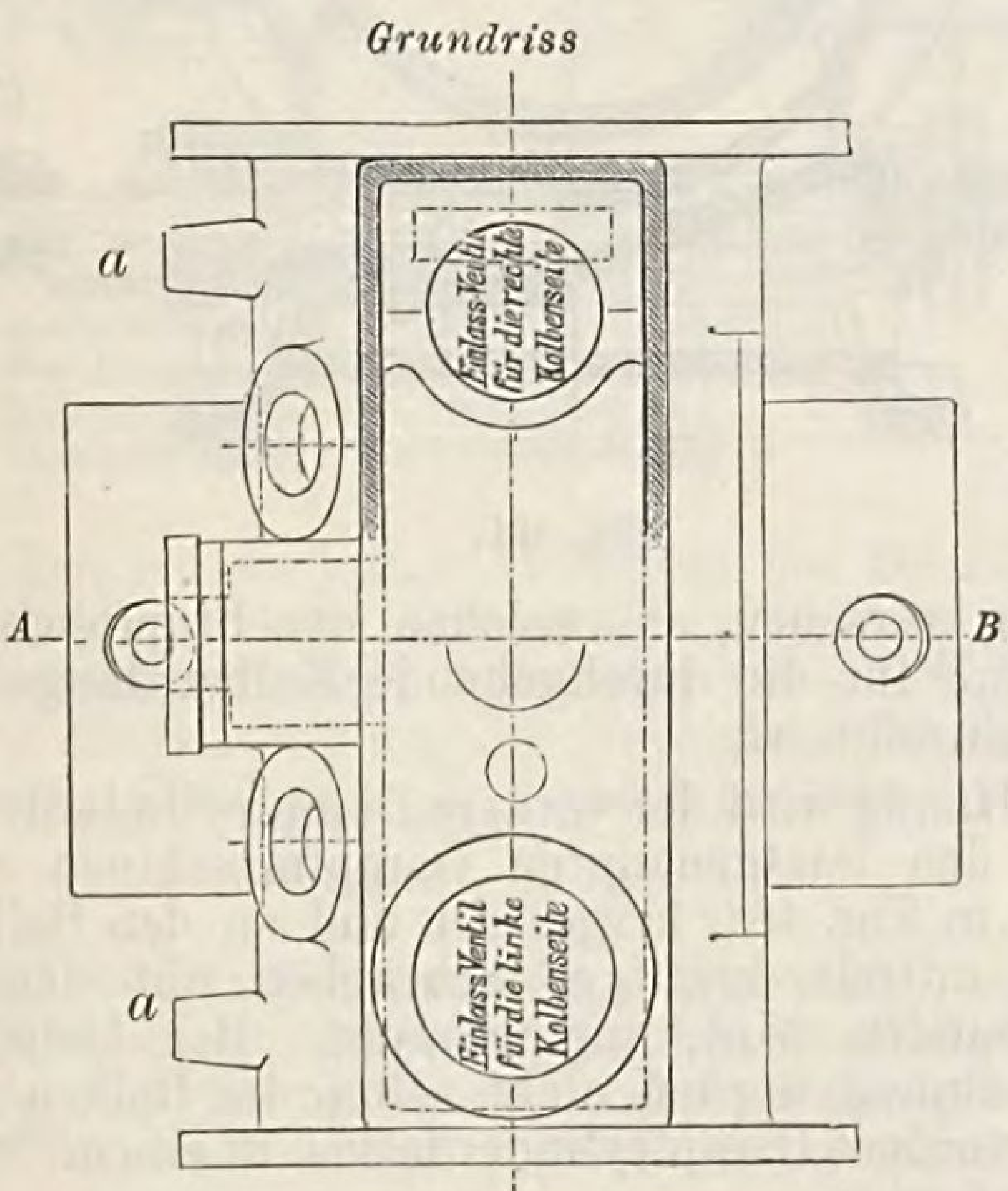


Fig. 488.

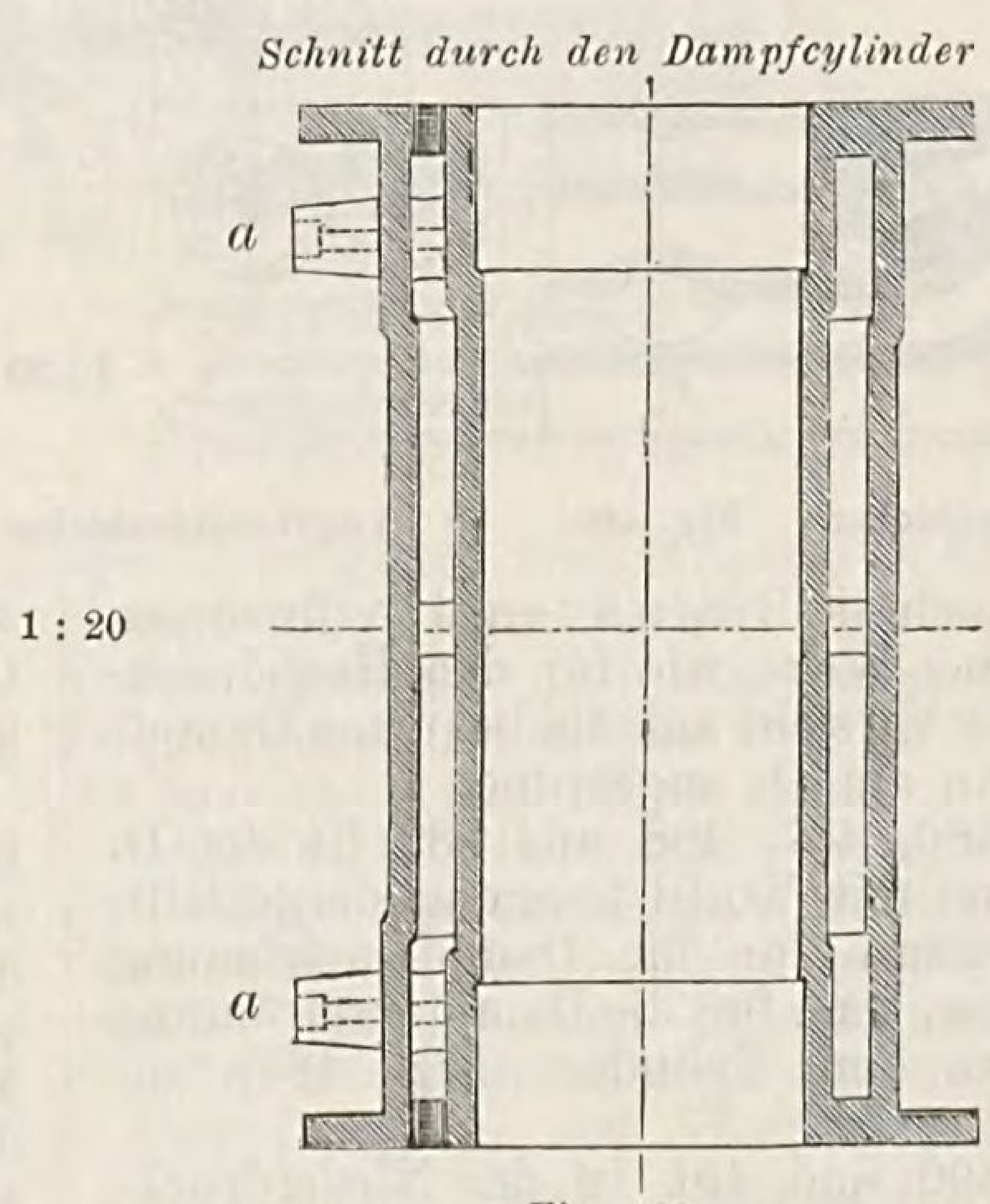


Fig. 489.

druckmaschinen, Expansionsdampfmaschinen mit Meyer'scher, Rider- oder gewöhnlicher Coulissen-Steuerung u. s. w., haben D., welche ganz ähnlich gebaut sind, wie jene der Lokomotiven, und welche sich grundsätzlich nur in der Art der Aufstellung unterscheiden.

Bei diesen D. sind die Dampfkanäle k (Fig. 481, 482, 483, 484 und 485) gleich wie bei den Lokomotivcylindern, schmal rechteckig, münden einesteils in die Schieberfläche und andernteils in den vorderen, bezw. in den rückwärtigen Teil des Cylinders, um den

Fig. 481, 482 und 483 zeigen den D. einer kleinen, liegenden Dampfmaschine, wie selbe in kleineren Werkstätten, in Pumpstationen u. s. w. in Verwendung stehen.

Fig. 484, 485 zeigen den D. einer Dampfmaschine mit Rider-Steuerung, wie solche in Werkstätten mittlerer Größe zur Anwendung gelangen.

D., welche für die Regelung der Einströmung, sowie für die Ausströmung des Dampfes getrennte innere Steuerungsteile besitzen, gleichviel ob dieselben als Flachschieber, Rund-

schieber, Ventile u. s. w. hergestellt sind, haben für die Führung des Dampfes vom Dampfeinlaßschieber, bezw. Einlaßventil in den D. und für die Führung des verbrauchten Dampfes vom D. zum Dampfauslaßschieber, bezw. Auslaßventil ganz getrennte Dampfkanäle; sehr häufig selbst getrennte Schieber-, bezw. Ventilgehäuse. Die Vorrichtungen für die Dampfeinströmung sind meist oben, jene für die Ausströmung meist unten am D. angeordnet. Die Anbringung der Ventile oder Schieber für die Dampfausströmung unten am D. gestattet den leichten Abfluß des im D. sich bildenden Kondensationswassers und giebt dieser Vorteil wohl in erster Linie die Veranlassung, die Dampfausströmungsteile in dieser Weise anzubringen. Die bequeme Dampfführung vom Hochdruckdampfcylinder bei Woolf- oder Compoundmaschinen zum großen oder Niederdruckdampfcylinder rechtfertigt weiters auch die Anordnung der Dampfeinlaßvorrichtungen unten an dem Niederdruck- oder großen D.

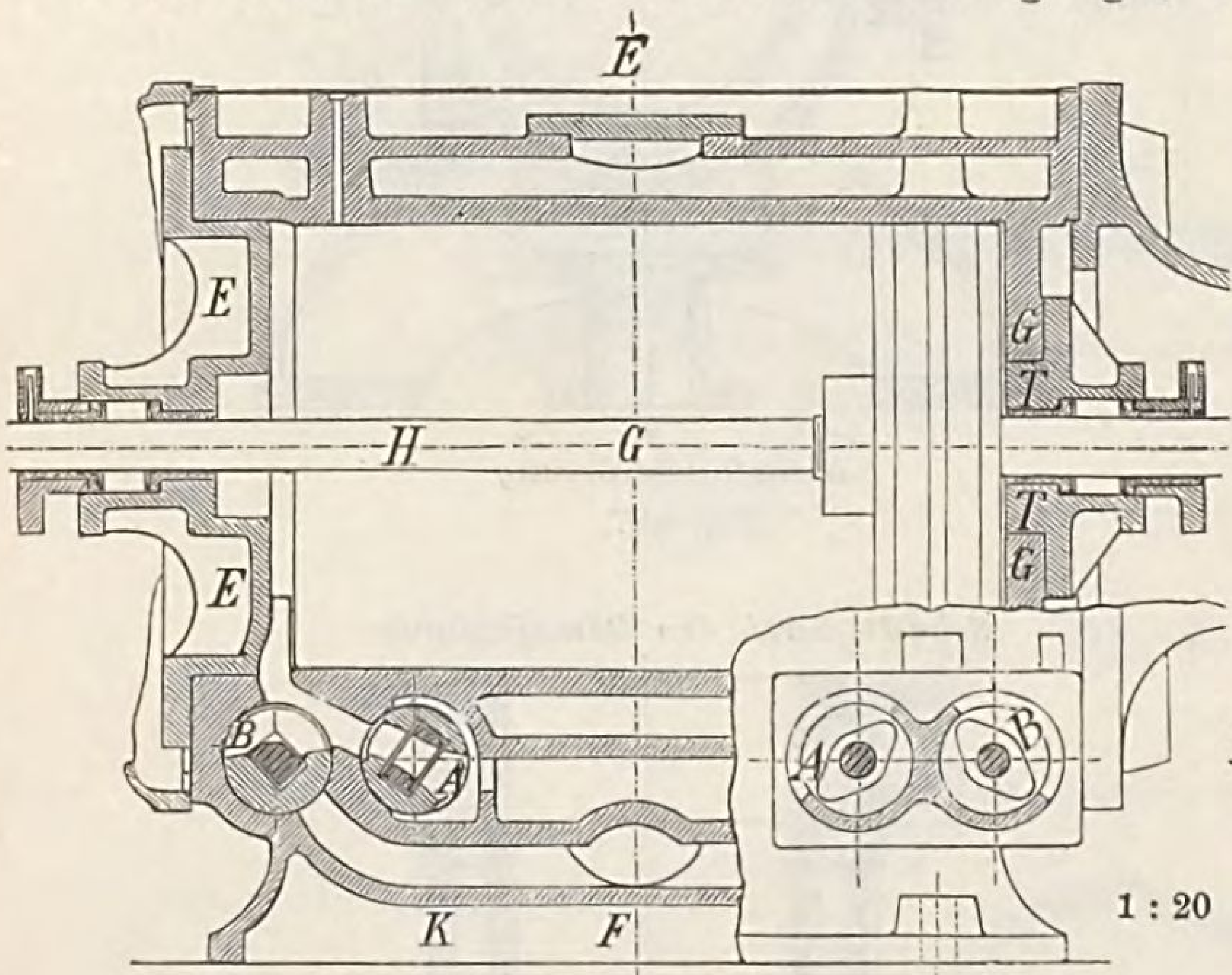
Werden bei Compound- oder Woolf-Maschinen die Niederdruckcylinder mit Ventilsteuerung versehen, so werden meist mit Rücksicht auf das Raumerfordernis für die Anbringung der Ventile auch die Einlaßventile für diesen D. in ähnlicher Weise wie für den Hochdruckcylinder unter Verzicht auf die bequeme Dampfführung oben am D. angeordnet.

In Fig. 486, 487, 488 und 489 ist der D. einer Maschine mit Ventilsteuerung dargestellt. Die Ventilgehäuse für die Dampfeinströmung sind bei *C* oben, jene für die Dampfausströmung bei *D* unten am Cylinder (Fig. 486) angebracht.

In Fig. 490 und 491 ist der Niederdruckdampfcylinder einer Compound-Dampfmaschine dargestellt. Die inneren Steuerungsteile dieser Maschine bei beiden Dampfcylindern sind Rundschieber.

Die Deckel der Schieber- und Ventilkasten sind einfach als Abschlußdeckel konstruiert, je nach ihrer Größe mit oder ohne Rippen versehen und werden an den Schieber-, bezw. Ventilkasten dicht angeschraubt. Die Abdichtung dieser Deckel erfolgt in ähnlicher Weise wie bei den Lokomotivdampfcylindern.

Für die Bewegungsstangen der inneren Teile der Steuerung besitzen die Ventil- oder Schieberkastendeckel Stopfbüchsen.



A Dampfeinlaßschieber Fig. 490. *B* Dampfauslaßschieber

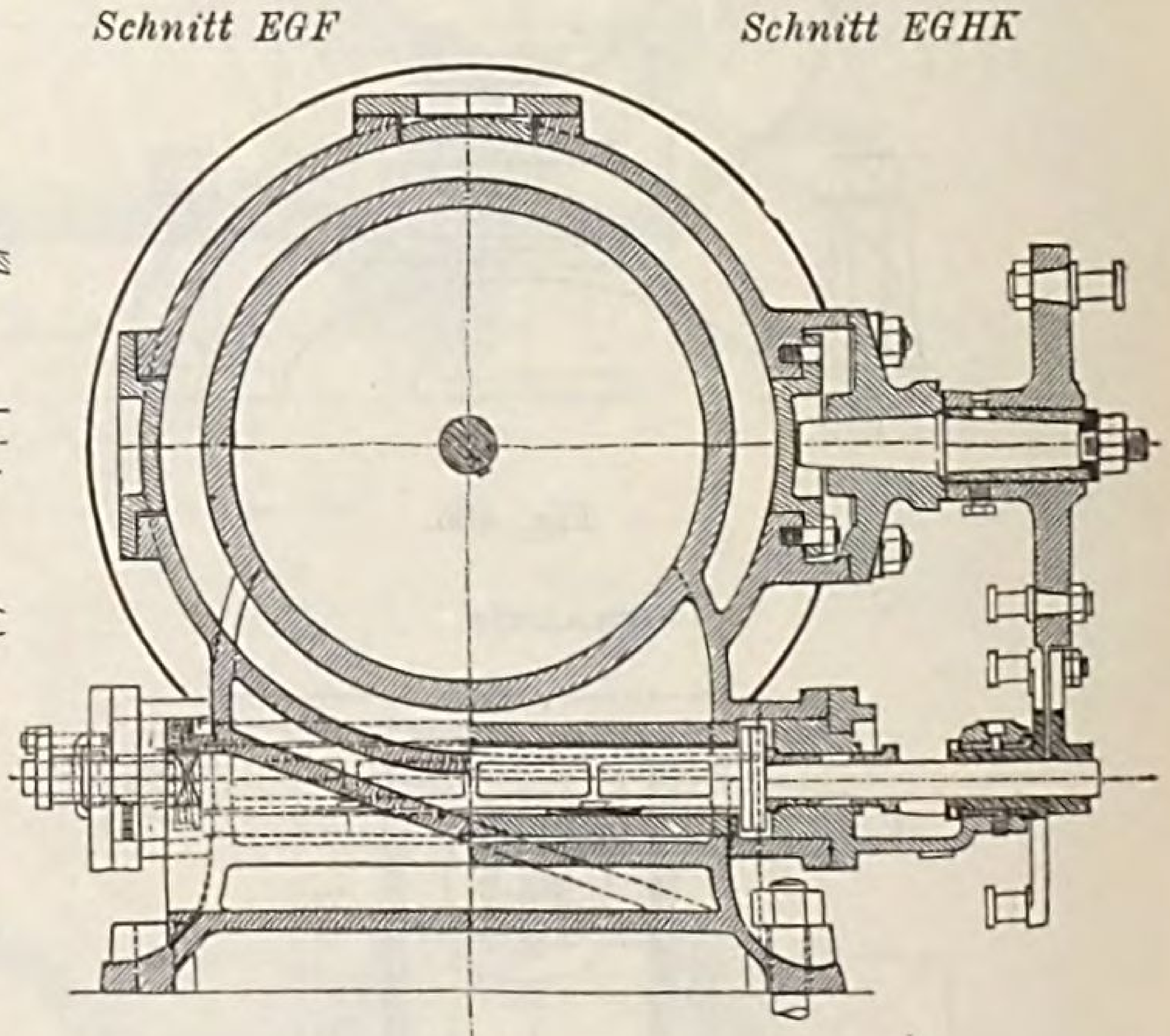


Fig. 491.

Die Abschlußdeckel erhalten außen eine Verkleidung, um dieselben gegen Wärmeverluste durch Abkühlung zu schützen.

Cylinderdeckel.

Der rückwärtige Cylinderdeckel, gleichviel ob mit oder ohne Stopfbüchse, ist zumeist in ganz ähnlicher Weise wie jener der Lokomotivdampfcylinder konstruiert und mit dem D. verschraubt, s. *E* in Fig. 481, 484 und 490.

Bei jenen Dampfmaschinen, bei welchen der D. für sich auf einen Fundamentrahmen, bezw. bei senkrecht angeordneten D. an einen senkrechten Maschinenrahmen geschraubt erscheint, wird auch der vordere Dampfcylinderdeckel ähnlich wie der erstgenannte ausgeführt und mit dem D. verbunden.

In neuerer Zeit werden jedoch die meisten Maschinen mit gußeisernem Einbalkenbett hergestellt, wodurch sich andere Deckelkonstruktionen ergeben. Das Balkenbett verbindet den D. mit dem Kurbellager und nimmt die Führung für den Kreuzkopf auf. Näheres über Maschinenrahmen s. d.

Bei Maschinen mit Einbalkenbett wird der D. vorne mit einem Boden, (*G* in Fig. 490), versehen, an welchen der Stopfbüchsentopf *T* für die durchgehende Kolbenstange angeschraubt ist.

Häufig wird der vordere Dampfcylinderdeckel bei den letztgenannten Dampfmaschinen auch wie in Fig. 484 hergestellt und an den Balken, der mittels kräftiger Schrauben mit dem D. verbunden wird, angeschraubt. Bei kleineren Maschinen werden nicht selten der Balken und der vordere Dampfcylinderdeckel in einem Stück angefertigt.

Eine abweichende Form erhält bei Tandem-Maschinen mit vorne liegendem Hochdruckcylinder der rückwärtige Cylinderdeckel des Hochdruckcylinders und der vordere Cylinderdeckel des Niederdruckcylinders.

In Fig. 491 sind die Konstruktionen solcher Dampfcylinderdeckel dargestellt. Dieselben sind behufs Heizung mittels Dampf doppelwandig.

Überdies erhalten die Dampfcylinderdeckel noch anderweitige Konstruktionen, bedingt durch die Verschiedenartigkeit in der Rahmenkonstruktion, Aufstellung der Maschine u. s. w.

Die Befestigung der Cylinderdeckel auf den

bezüglichen Flanschen des Cylinders erfolgt durch eine bestimmte Anzahl von Schraubenbolzen in ähnlicher Weise wie bei den Lokomotivdampfcylindern. Man verwendet teils Stiftschrauben, welche in die Cylinderflansche eingeschraubt sind, teils durchgehende Kopfschrauben, welche lose durch die Löcher der Dampfcylinderflansche gesteckt werden und meist einen vierkantigen Kopf besitzen, dessen eine Fläche sich gegen die Mantelfläche der D. stemmt und so das Drehen der Schraube beim Anziehen verhindert. Kopfschrauben sind für die Befestigung der Dampfcylinderdeckel den Stiftschrauben vorzuziehen, indem einerseits die Erneuerung schadhaft gewordener Schrauben leichter möglich ist, andrerseits diese Schrauben im Bedarfsfall sehr leicht entfernt werden können, um ein nachträglich notwendig gewordenes Aufschleifen des Dampfcylinderdeckels vornehmen zu können.

Bei Berechnung der Schrauben soll man 15- bis 20fache Sicherheit zu Grunde legen. Die Entfernung der Schrauben soll nicht mehr als die sechsfache Flanschenstärke des Deckels betragen; mit zu weit voneinander abstehenden Schrauben ist ein gutes Abdichten des Deckels schwer zu erreichen. Man wählt die Entfernung der Schrauben gewöhnlich zwischen 100—200 mm.

Für die Bestimmung der Anzahl der Deckelschrauben kann man die Formel benützen:

$$i = \frac{D}{8} + 4,$$

wobei D den Dampfcylinderdurchmesser in Centimetern, i die Anzahl der Schrauben bezeichnet.

Die Abdichtung der Dampfcylinderdeckel erfolgt in ähnlicher Art wie bei den Lokomotivdampfcylindern.

Dampfcylindergarnitur.

Hieher gehören:

1. Die Stopfbüchsen;
2. die Cylinderausblashähne und Kompressionsventile;
3. die Schmierapparate für D. und Schieber;
4. die Verkleidung zur Verhinderung der Wärmestrahlung (Dampfmantel, Dampfhemd).

Über Stopfbüchsen s. d.

Die Cylinderausblashähne oder Ventile dienen zur Entfernung des sich ansammelnden Kondensationswassers und ist hierfür die gewöhnliche Hahnkonstruktion, so wie bei den Lokomotivdampfcylindern angewandt. Mit solchen Kondensationswasserablaßhähnen werden die Schieberkasten und jene D. versehen, bei denen die Auslaßschieber oder Ventile nicht am unteren Cylinderumfang angebracht sind und hierdurch für die Ableitung des Kondensationswassers aus der Auspuffleitung Sorge getragen ist. Die Cylinderausblashähne sind an der unteren Cylinderseite, nahe den Hubgrenzen des Dampfkolbens angeordnet. Die Hahnkegel sind mit einer Hebeleinrichtung versehen, um dieselben bewegen zu können. (Näheres s. Ausblaseventile.)

Manche Dampfmaschinen sind mit sogenannten Kompressionsventilen versehen. Dies sind nach außen selbstthätig sich öffnende Ventile. Dieselben werden meist unten in den Cylinderdeckeln angebracht. Den Schluß der Ventile bewirkt eine kräftige Feder, welche außen liegt und entsprechend gespannt werden kann, so daß dieselben bei normaler Eintrittsdampfspannung geschlossen bleiben. Übersteigt jedoch der Druck infolge etwaiger Ansammlung einer größeren Menge von Kondensationswasser (insbesondere beim Anlassen) oder aber infolge etwa auftretender übermäßiger Kompression jenen Druck, für welchen die Ventile gerichtet wurden, dann reicht die Federspannung nicht mehr für den Ventilschluß aus und das Ventil öffnet sich.

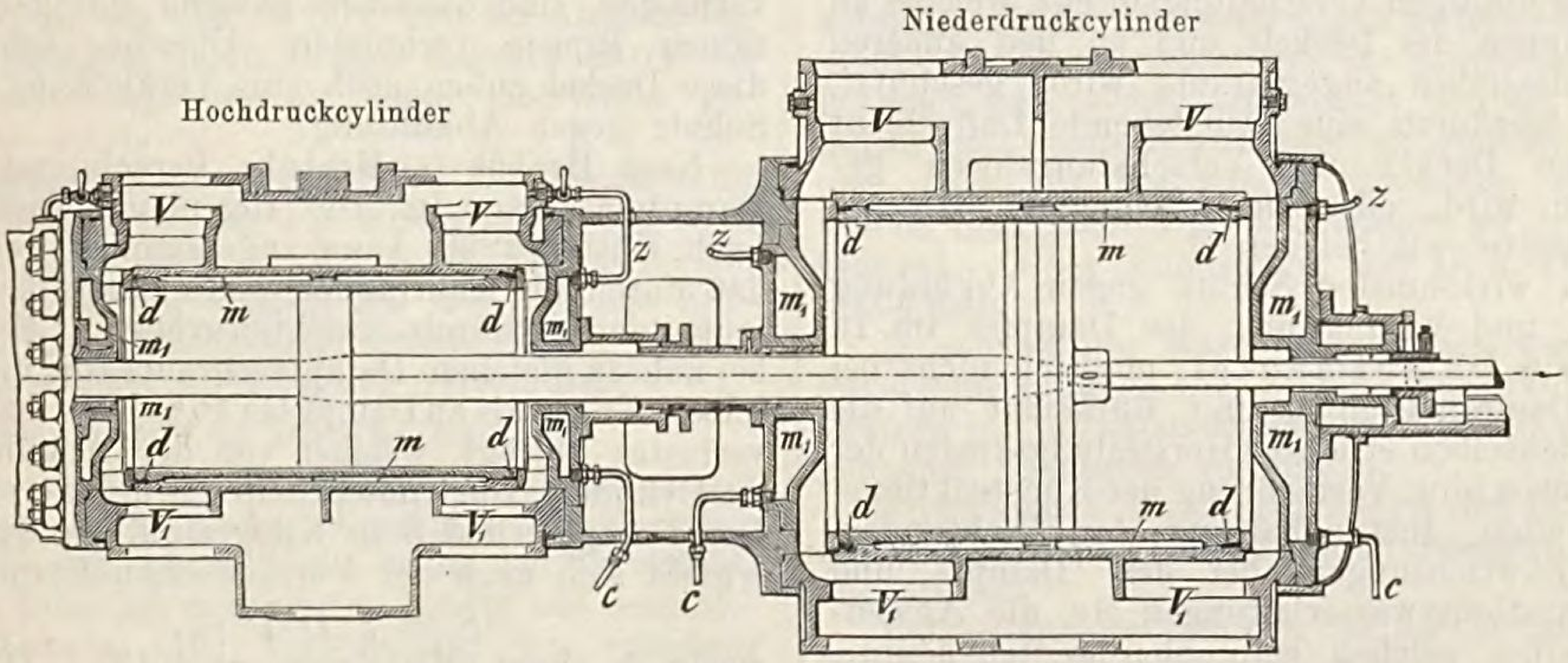


Fig. 492.

V Ventilkasten für die Dampfeinströmung
V_1 Ventilkasten für die Dampfausströmung
m Dampfraum für die Mantelheizung
m_1 Dampfraum für die Deckelheizung
d Dampfmanteldichtung
c Kondensationswasserableitung für die geheizten Cylinderdeckel
z Dampfleitung für die Heizung der Cylinderdeckel

Die Schmierapparate sind teils solche, die das Schmiermaterial unmittelbar in den Schieberkasten oder D. leiten, teils solche, welche dasselbe dem in den Dampfcylinder, bezw. Schieber strömenden Dampf zuführen. (Näheres s. Dampfmaschine und Schmierapparate.)

Cylinder- und Cylinderdeckelverkleidung, Dampfmantel (Dampfhemd).

Um die Cylindermantelfläche sowie die Cylinderdeckel (letztere hauptsächlich bei größeren D.) gegen Abkühlung zu schützen, ist in allen Fällen eine Umkleidung erforderlich. Man bedient sich hierzu entweder fester Körper, welche schlechte Wärmeleiter sind oder man stellt eine Umkleidung derart her, daß zwischen dieser und dem D. eine Luftschichte geschaffen wird, oder man versieht endlich den D. mit einem gußeisernen Mantel derart, daß in den zwischen D. und Mantel gebildeten Zwichenraum Dampf geleitet werden kann, welcher den D. heizt, und

wird dann die Außenfläche des Dampfmantels gegen Strahlung mit Körpern, welche schlechte Wärmeleiter sind, verkleidet.

Die Umkleidung der D. kleinerer Eincylindermaschinen erfolgt ähnlich wie jene der Lokomotivdampfcylinder. Man umgiebt den D. mit Holzlatten, welche tonnenartig den Cylinder umschließen, und spannt über diese Holzverkleidung ein etwa 2 mm dickes, glattes Stahlblech, indem man dasselbe an ringförmigen Rippen des D. oder an den Endflanschen anschraubt. Ferner verwendet man als Umhüllungskörper Korkholz, für welches die mit keinerlei Schwierigkeiten verbundene Anwendung, die Billigkeit und Dauerhaftigkeit spricht, weiters Schlackenwolle, Asbestwolle u. dgl., wie denn überhaupt alle jene Körper, welche in bewährter Weise als Wärmeschutzmittel bei Dampfleitungen, nicht eingemauerten Dampfkesseln u. s. w. verwendet werden, auch für die Umkleidung der D. Anwendung finden. (Näheres über Wärmeschutzmittel s. d.)

Die Cylinderdeckel werden gegen Abkühlung entweder einfach durch Anbringung eines ein- oder zweiteiligen Verschalungsblechs, welches an die Rippen des Deckels und an den äußeren Rand desselben angeschraubt wird, geschützt, indem hierdurch eine stillstehende Luftschicht zwischen Deckel und Verschalungsblech geschaffen wird, oder man verwendet Wärmeschutzmittel wie bei den D.

Den wirksamsten Schutz gegen Abkühlung des D. und Verdichtung des Dampfes im D. bietet ein D a m p f m a n t e l, obgleich nicht bei allen Dampfmaschinen mit Rücksicht auf die durch denselben erhöhten Herstellungskosten der Dampfmaschine, Vermehrung der Konstruktionseinzelheiten, Instandhaltung der Dichtungen, Absperrvorrichtungen bei den Dampf- und Kondensationsswasserleitungen etc. die Anwendung eines solchen empfohlen werden könnte. Die ökonomische und vorteilhafte Verwendung eines Dampfmantels oder sogenannten Dampfhemds ist abhängig von dem Temperaturunterschied zwischen dem Eintritts- oder Admissionsdampf und dem Austrittsdampf, ferner von dem Gewicht, bezw. von der Masse des D. (da von dieser die Wärmemenge, welche in der Zeiteinheit an das den D. umgebende Mittel abgegeben wird, abhängt) und von der Kolbengeschwindigkeit.

Der Dampfmantel ist umso nutzbringender, je geringer die Kolbengeschwindigkeit und je stärker die Dampfexpansion ist, da einerseits bei Dampfmaschinen mit geringer Kolbengeschwindigkeit bei gleicher Leistung, die Abkühlungsfläche und das Gewicht derselben pro Pferdekraft wächst, andererseits bei stärkerer Expansion des Dampfes im D. der Temperaturunterschied zwischen Eintritts- und Austrittsdampf zunimmt.

Man versieht demnach Dampfmaschinen, welche bereits mit $^1/_3$ bis $^1/_4$ Füllung zu arbeiten haben, mit Dampfmänteln.

Bei Maschinen, bei welchen der Dampf, ehe er in den D. gelangt, eine Drosselung erfährt, entspricht der abgedrosselten Spannung des Dampfes beim Eintritt in den D. eine geringere Temperatur als jene, welche der Dampf besitzt, und es tritt eine Verdampfung des mitgerissenen Wassers ein. In solchen Fällen, gleichwie bei Maschinen, welche mit starker Kompression arbeiten, wodurch der Temperaturunterschied zwischen Eintrittsdampf und mittlerer Cylindertemperatur geringer wird, kann man von der Verwendung der Dampfmäntel absehen.

Die gewöhnlichen D. der Lokomotiven werden ohne Dampfmantel ausgeführt, und zwar:

1. mit Rücksicht auf deren Füllungsgrade,
2. auf die starke Zusammenpressung des Dampfes während der Kompressionsperiode,
3. weil der Auspuffdampf bei denselben noch mit einer bedeutenden Spannung entweicht, demnach der Temperaturunterschied zwischen Eintritts- und Auspuffdampf ein mäßiger ist,
4. weil nicht selten eine Drosselung beim Dampfeintritt stattfindet, und
5. die Lokomotivmaschine mit hoher Kolbengeschwindigkeit arbeitet.

Bei Woolf- oder Compound-Maschinen erhalten der Niederdruckcylinder und zumeist auch der Hochdruckcylinder Dampfmäntel, man heizt also meist beide D.

Bei größeren D. werden die Cylinderdeckel doppelwandig gegossen und gleichfalls mit Dampf geheizt. Damit der Deckel sowie dessen Mantel dem Dampfdruck Widerstand zu leisten vermögen, sind dieselben passend mit gemeinsamen Rippen verbunden. Überdies erhalten diese Deckel außen noch eine Verkleidung zum Schutz gegen Abkühlung.

Nach Hrabák (s. Hrabáks Berechnung der Dampfmaschinen in „Des Ingenieurs Taschenbuch, Hütte", 1890) kann angenommen werden, daß durch die Anbringung eines Dampfmantels (außer der hierdurch erreichten größeren Leistung bei nahezu gleichem Dampfverbrauch) die unmittelbare Ersparnis an Dampf bis 10% jenes Dampfverlustes beträgt, welcher von der Abkühlung des Cylinders, von Undichtheiten u. dgl. herrührt. Der Dampfverlust S in Kilogramm pro Stunde ergiebt sich nach der Völcker'schen Formel

$$S = \xi\, D \sqrt{p_b},$$

worin ξ einen Mittelwert $= 0{,}131$, D den Kolbendurchmesser in Meter, p_b die sogenannte Bruttospannung bedeutet, und wird diese letztere aus $p_b = f . p_1 - p_2$ berechnet.

p_1 ist für Expansionsmaschinen mit fixer Expansion $= 0{,}8$ der Kesselspannung, für Maschinen mit während des Gangs der Maschine verstellbarer Expansion $= 0{,}8$—$0{,}9$ der Kesselspannung, für selbstthätige Expansion $= 0{,}9$ bis $0{,}95$ der Kesselspannung; p_2 ist für Hochdruckmaschinen $= 1{,}1$ at, für Kondensationsmaschinen $= 0{,}2$ at; f (abhängig von dem Füllungsgrad $\frac{s_1}{s}$) ist aus folgender Tabelle zu entnehmen.

Füllung $\frac{s_1}{s}$ gleich	Werte von f	
	ohne Dampfmantel	mit Dampfmantel
0,912	0,975	0,976
0,800	0,954	0,956
0,79	0,923	0,928
0,60	0,879	0,886
0,50	0,818	0,828
0,40	0,741	0,754
0,333	0,679	0,694
0,30	0,645	0,660
0,25	0,587	0,632
0,20	0,523	0,536
0,15	0,450	0,462
0,125	0,410	0,420
0,10	0,368	0,374

Konstruktion des Dampfmantels.

Früher goß man gewöhnlich den Mantel und D. getrennt, versah beide mit Arbeitsleisten, welche einerseits ausgebohrt, andererseits abgedreht wurden, brachte sie sodann centrisch ineinander und dichtete beide Teile gegeneinander mittels Rostkitt ab. Wird die Verdichtung mit Eisenkitt ausgeführt, so soll dies erst an Ort und Stelle von einem erfahrenen Arbeiter vorgenommen werden, weil durch den Versand, das Umladen u. s. w. der etwa in der Fabrik eingestemmte Kitt abbröckelt. Überdies sei bemerkt, daß der Dampf die beste Kittverdichtung im Lauf der Jahre zerfrißt. Eine bessere Dichtung wird erzielt mittels Kupferringen *d*, Fig. 492, indem man solche in entsprechend ausgedrehte ringförmige Nuten zwischen dem D. und Mantel legt und durch Hammerschläge deren radiale Abmessungen vergrößert, bis sie sich überall fest gegen die Wandungen gelegt haben. Man füllt jede der ringförmigen Nuten meist nicht durch einen, sondern durch zwei bis drei übereinander gelegte Kupferringe aus, verstemmt zuerst den untersten, legt einen zweiten darüber und verstemmt diesen und so fort, weil bei Anwendung eines einzigen hohen Ringes derselbe durch die Hammerschläge nur an seiner Oberfläche gestaucht würde.

Zumeist gießt man den D., wenigstens wenn er nicht zu groß ist, aus einem Stück mit dem Mantel, wie dies bei den D. in Fig. 486—489 und 490, 491 zu ersehen ist. Die für das Entfernen der Kerne erforderlichen Löcher werden mittels Deckel nachträglich verschraubt.

Speisung der Dampfmäntel.

Zur Speisung der Dampfmäntel verwendet man entweder frischen Kesseldampf, oder aber den Maschinendampf, ehe er in den D. strömt, und schließlich überhitzten Dampf aus besonderen Kesseln. Bei Verwendung von frischem Kesseldampf steht derselbe in den Heizmänteln, hingegen befindet sich der Dampf bei Anwendung des Maschinendampfes, ehe er in den D. gelangt, in fortwährender Strömung, heizt infolgedessen verhältnismäßig besser als ersterer, und ist diese Art der Speisung der Dampfmäntel die gebräuchlichste. Überhitzter Dampf gelangt in den seltensten Fällen in Verwendung, da diese Heizmethode umständlicher ist als die beiden vorgenannten und nur bei Maschinen mit sehr geringen Füllungsgraden wünschenswert erscheint.

Mit Auspuffdampf erreicht man den anzustrebenden Zweck nicht und wird demnach dieser für Heizung der Dampfmäntel nicht verwendet.

Das Kondensationswasser der Dampfmäntel und mit Dampf geheizten Dampfcylinderdeckel fließt entweder mit oder ohne Einschaltung von selbstthätigen Vorrichtungen (Automaten) durch Entwässerungsrohre zu einer oder mehreren kleinen Pumpen, welche dasselbe meist zurück in den Dampfkessel drücken. Der Antrieb der Pumpen, welche im Fundament angeordnet werden, damit die heißen Kondensationswässer der Pumpe zufließen, erfolgt von der Dampfmaschine.

Die Dampfmäntel dienen auch zum Vorwärmen der Maschine vor dem Anlassen, und läßt man während dieses Zeitabschnitts die Kondensationswässer meist in einen Kanal oder in eine Cisterne ablaufen.

Indikatorstutzen der Dampfcylinder.

Behufs Anbringung der Indikatoren zur Untersuchung der Dampfspannungsverhältnisse im D. ist letzterer an zwei Stellen, und zwar seitlich an jedem Hubende mit Angüssen versehen. Dieselben besitzen ein Schraubengewinde, in welches man die Indikatorhähne unmittelbar oder mittels Zwischenstücken befestigen kann (*a*, Fig. 488 und 489). (Näheres s. Indikator.)

Aufstellung der Dampfcylinder.

D. liegender Maschinen werden entweder unmittelbar auf ein Stein- oder Mauerwerkfundament gestellt und durch Fundamentschrauben mit diesem verbunden, oder aber an einen eisernen Fundamentrahmen geschraubt, welch letzterer durch Schrauben an dem Fundament befestigt ist.

Letztgenannte Aufstellungsart ist vorzuziehen, indem grundsätzlich alle jene Teile, welche einem Verschleiß unterworfen sind, nicht unmittelbar auf das Fundament gesetzt werden sollen. Dies deshalb, weil, falls der D. behufs vorzunehmender Ausbesserungen zerlegt werden müßte, die Zusammensetzung des ausgebesserten D. rasch und sicher ausgeführt werden kann, indem man denselben wieder an seinen Platz, und zwar auf bearbeitete Eisenteile bringt, welche man nicht vom Fundament zu trennen braucht. (Über Fundierung der D. s. Dampfmaschinen.)

D. senkrechter Maschinen werden meist an gußeiserne Rahmen oder Ständer geschraubt und letztere mit der Mauer dauerhaft mittels durchgehender Schrauben verbunden.

Freistehende Maschinen haben den D. meist auf gußeisernen, freistehenden Ständern oben angeordnet.

Bei Balanciermaschinen ist der D. auf das Fundament senkrecht aufgesetzt.

D. halbstationärer kleinerer Dampfmaschinen werden entweder auf ein gußeisernes Bett gestellt, auf welches gleichzeitig der stehende Kessel aufgestellt erscheint, oder unmittelbar an dem Kessel befestigt. Das Anschrauben der D. an Dampfkesseln ist nicht zu empfehlen, und zwar mit Rücksicht auf die Wärmestrahlung, Ausdehnung, Ausbesserung u. s. w. Bei Lokomobilen kann diese Art der Anbringung des D. schwer umgangen werden.

Ausmaß der Dampfcylinder.

Die Wandstärke der D. kann für gewöhnlich bestimmt werden aus:

$$\delta \gtreqless 13 + \frac{D}{50} \text{ für stehend gegossene D.,}$$

$$\delta \gtreqless 15 + \frac{D}{40} \text{ für liegend gegossene D.}$$

Hierbei bezeichnet δ die Wandstärke in Millimetern, D den innern Durchmesser oder die Bohrung des D.

Häufig findet auch die Berechnung der Wandstärke nach der einfachen Formel statt:

$$\delta \gtreqless 20 + \frac{D}{100}.$$

Die nach diesen Formeln gerechneten Werte geben stärkere Ausmaße, als mit Rücksicht auf die Inanspruchnahme durch den Dampfdruck erforderlich wäre. Man wählt jedoch diese größeren Stärken, um innen abgenutzte oder

unrundgelaufene D. wieder durch Ausbohren in einen gebrauchsfähigen Zustand zu setzen.

Näheres über Dampfein- und Ausströmungsquerschnitte s. Schieber, Steuerungen und Ventile. Spitzner.

Dampfdom (*Steam-dome; Dôme*, m., *de la chaudière*) ein cylindrischer, lotrecht stehender Teil des Dampfkessels, welcher sich über den Hauptkessel erhebt und den Sammelraum für den abzugebenden Dampf bildet. Er hat den Zweck, die Entnahme des Dampfes thunlichst hoch über der Wasseroberfläche zu ermöglichen, um in die Dampfcylinder möglichst trockenen Dampf gelangen zu lassen. Es ist daher oben im D. die Abzweigung für die Dampfleitung (Regulator) gelegt; außerdem ist die Decke des D. mit einem Mannlochdeckel versehen, auf welchem die Sicherheitsventile angebracht sind.

Bei den meisten Lokomotivkesseln ist über der Feuerbüchse noch ein zweiter kleiner D., der sogenannte Armaturendom, angebracht. Aus diesem D. wird der Dampf für die Speiseapparate, Dampfgebläse, Dampfheizungen, Dampfpfeife, Manometer u. s. w. entnommen, s. Taf. XIII, II Nr. 18. v. Ow.

Dampfdruck, Dampfkraft, Dampfspannung, s. Dampf und Dampfkessel.

Dampfentwicklung bei Lokomotiven, die durch Erhitzen der Kesselwandungen bewirkte Überführung des Wassers aus dem tropfbarflüssigen in den gasförmigen Zustand (s. Dampf und Dampfkessel).

Die durch Verbrennung auf dem Rost entwickelte Wärme teilt sich den Wandungen der Feuerkiste durch Strahlung mit; sie wird aber auch von den Verbrennungsgasen aufgenommen und durch Berührung mit den Wänden der Feuerkiste und der Feuerröhren an diese abgegeben, bis auf denjenigen Teil, der durch die Rauchkammer und den Schornstein unbenutzt entweicht. Die von den Kesselwandungen aufgenommene Wärme erhitzt das Wasser und entwickelt Dampf, welcher sodann durch das Regulator- und das Dampfeinströmungsrohr den Dampfcylindern zugeführt wird.

In Bezug auf diese D. ist nun folgendes zu bemerken (Zeitschr. d. Vereins deutscher Ingenieure 1887, S. 573):

Wird einem zum Teil mit Wasser gefüllten geschlossenen Gefäß, Fig. 493, Wärme zugeführt, so nimmt die Flüssigkeitswärme zu, während gleichzeitig ein Teil des Wassers verdampft und dadurch die Dampfspannung gesteigert wird, so zwar, daß die Temperatur t des Wassers und der Druck p des Dampfes in ganz bestimmten Beziehungen zueinander bleiben. Kann der Dampf durch eine Öffnung entweichen, so wird im allgemeinen bei irgend einem Druck ein Beharrungszustand eintreten, indem an den Heizflächen Dampfblasen gebildet werden, welche durch das Wasser hindurch in den Dampfraum treten, um beständig die ausgeströmte Dampfmenge zu ersetzen. Würde aber die Größe der Ausströmungsöffnung veränderlich sein oder der Gegendruck für den ausströmenden Dampf wechseln, so würden Flüssigkeitswärme und Dampfdruck um gewisse, der einströmenden Wärmemenge entsprechende Mittelwerte schwanken. Solange hierbei nämlich wenig Dampf abgeführt wird, steigert sich die Flüssigkeitswärme sowie der darüber befindliche Dampfdruck; wird viel Dampf abgeführt, so sinkt der Dampfdruck unter gleichzeitigem Nachverdampfen, indem der Überschuß der Flüssigkeitswärme während dieses Zeitraums zur D. aufgewendet wird.

Dieser letzte Fall kommt bei den auf der Fahrt befindlichen Lokomotiven in Betracht. Dieselben arbeiten je mit etwa $^1/_8$—$^3/_8$ Füllung, so daß, wenn für den einen Dampfcylinder der Abschluß des Einströmungskanals erfolgt ist, der Schieber des anderen Dampfcylinders noch einen gewissen Weg zurücklegen muß, bevor der Dampfeintritt erfolgen kann. Der Dampf wird also mit Unterbrechungen in die Dampfcylinder einströmen, etwa wie dies durch Fig. 494 dargestellt ist, in welcher die Flächen f_1 und f_2 die während einer halben Umdrehung der Treibachse in beide Dampfcylinder einströmenden Dampfmengen darstellen, während die Fläche $ABDC$ die gleiche Dampfmenge, jedoch unter Annahme gleichmäßiger Dampfeinströmung angiebt.

Die so entstehenden Dampfstöße übertragen ihren Einfluß freilich nicht unvermittelt auf die Wasserfläche des Kessels, vielmehr ist der Vorgang in der Weise zu denken, daß in dem Augenblick der stärksten Dampfeinströmung zunächst der in dem Schieberkasten und in den

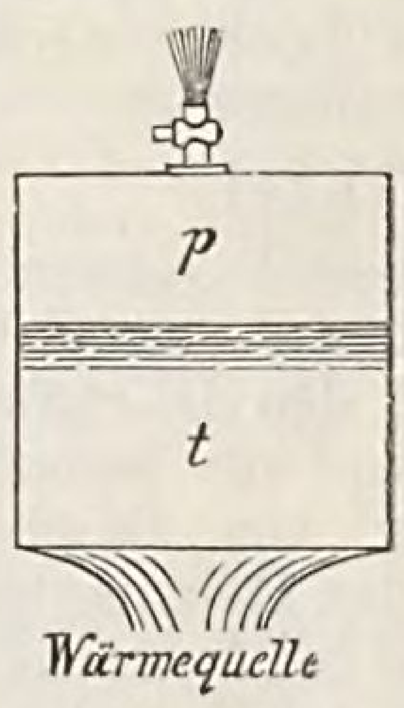


Fig. 493.

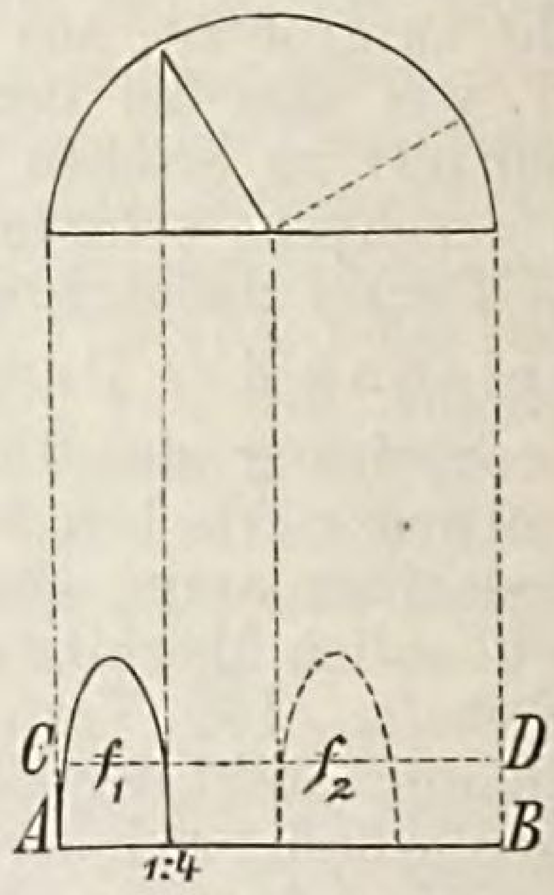


Fig. 494.

Einströmungsröhren befindliche Dampf expandierend in die Dampfcylinder tritt und infolge seiner Druckabnahme eine vermehrte Nachströmung des Kesseldampfes durch die Regulatoröffnung veranlaßt.

Ist der Regulator ganz geöffnet, so wird die Ergänzung des Dampfes sehr rasch erfolgen und die Dampfspannung im Schieberkasten in jedem Augenblick mit der im Dampfraum des Kessels herrschenden Spannung übereinstimmen. Die auf diese Weise enstehenden Druckschwankungen im Dampfkessel werden unter sonst gleichen Verhältnissen offenbar um so geringer ausfallen, je größer der Dampfraum ist.

Bei der Lokomotive handelt es sich hiernach um den Fall, daß eine gleichbleibende Wärmemenge durch die Heizflächen in das Wasser strömt, während eine in regelmäßigen Zwischenräumen wechselnde Dampfmenge durch die Regulatoröffnung abgeführt wird und somit Flüssigkeitswärme und Dampfdruck um gewisse Mittelwerte schwanken. Bei einem näheren Eingehen auf diese Vorgänge müssen wir deshalb unterscheiden zwischen der Dampfmenge, welche sich an den Heizflächen bildet, und derjenigen, welche infolge des vorhandenen

Wärmeüberschusses über die Gleichgewichtstemperatur aus dem Wasser selbst entsteht.

Denkt man sich ein geschlossenes Gefäß mit erhitztem Wasser, jedoch ohne Wärmezuführung von außen, so wird, wenn der Dampfdruck über dem Wasser sich vermindert, sofort ein Teil der Flüssigkeitswärme zur Dampfbildung gelangen, und zwar an jeder Stelle entsprechend dem Überschuß der Flüssigkeitstemperatur über die Gleichgewichtstemperatur. Dieser Überschuß ist nämlich nicht an allen Stellen derselbe, weil einerseits die Temperaturen des Wassers im allgemeinen nicht an allen Stellen dieselben sind, und andererseits der Druck von unten nach oben mit der Höhe der Wassersäule abnimmt. Letzterer Umstand giebt die Veranlassung, daß die oberen Wasserschichten in etwas stärkerem Maß zu der Dampfbildung beitragen als die unteren.

Es fragt sich nun, mit welcher Geschwindigkeit die Dampfblasen bei ruhendem Wasser aufsteigen werden. Ist δ der Durchmesser einer Dampfblase, Fig. 495, γ das specifische Gewicht des Wassers, γ_1 das des Dampfes, so wird die Blase infolge des Auftriebs mit einer Kraft $\frac{\delta^3 \pi}{6} (\gamma - \gamma_1)$ aufwärts gedrängt. Bei ihrer Bewegung im Wasser findet sie aber einen Widerstand, welcher von der Fläche des größten Kugelkreises $\frac{\delta^2 \pi}{4}$, dem Quadrat ihrer Geschwindigkeit im Wasser w_1 und einem Erfahrungskoefficienten k abhängt, so daß die Beziehung gilt:

$$\frac{\delta^3 \pi}{6} (\gamma - \gamma_1) = \frac{\delta^2 \pi}{4} w_1^2 k$$

oder

$$w_1^2 = \frac{2}{3} \frac{\gamma - \gamma_1}{k} \delta,$$

woraus für $\gamma = 1000$, $\gamma_1 = 5$, $k = 38$ folgt:

$$w_1 = 4{,}17 \sqrt{\delta} \ldots\ldots\ldots\ldots 1)$$

Ist der Abstand von Mitte bis Mitte der Dampfblasen e und δ der mittlere Durchmesser, so kann der über einer Fläche von 1 m² in einer Sekunde austretende Dampfinhalt ausgedrückt werden durch die Beziehung:

$$V = \frac{\pi}{6} \frac{\delta^3}{e^3} w_1; \ldots\ldots\ldots\ldots 2)$$

denn es befinden sich in jedem Augenblick in einem Raum von $w_1 \times \text{m}^2 \ldots \frac{w_1}{e^3}$ Dampfblasen mit je einem Inhalt von $\frac{\delta^3 \pi}{6} \ldots \text{m}^3$.

Wenn aber das Wasser in dieser Weise mit Dampfblasen durchsetzt ist, so muß der Wasserspiegel um eine Höhe h gehoben werden, die bei einer Wassertiefe von 1 m

$$h = \frac{\pi}{6} \frac{\delta^3}{e^3} \ldots \text{m} \ldots\ldots\ldots 3)$$

beträgt.

Hieraus berechnen sich folgende Werte:

Blasendurchmesser δ	Verhältnis $\delta : e$	Geschwindigkeit w_1	Dampfmenge V	Erhöhung des Wasserspiegels
m		m	m³	m
0,01	0,5	0,417	0,026	0,06
0,01	1	0,417	0,208	0,52
0,016	0,5	0,52	0,032	0,06
0,016	1	0,52	0,260	0,52

Wird angenommen, jede Dampfblase vom Durchmesser δ müsse aus der Flüssigkeitswärme des umgebenden Würfels von der Größe e^3 gebildet werden, so erhalten wir bei einem Anfangsdruck von 10 at Überdruck für

$$\frac{\delta}{e} = 0{,}5$$

eine Temperaturverminderung von $^1/_4$° C., entsprechend einer Druckverminderung von 0,06 at,

$$\frac{\delta}{e} = 0{,}7$$

eine Temperaturverminderung von 0,64° C., entsprechend einer Druckverminderung von 0,16 at,

$$\frac{\delta}{e} = 1$$

eine Temperaturverminderung von 1,98° C., entsprechend einer Druckverminderung von 0,46 at.

Diese Werte lassen erkennen, dass die Geschwindigkeit, mit welcher die Blasen bei ruhendem Wasser aufsteigen, nur gering ist, auch mit dem Blasendurchmesser nur mäßig zunimmt, und daß deshalb auch die in einer Sekunde gelieferte Dampfmenge klein, dagegen die Hebung des Wasserspiegels, also das Aufwallen des Wassers, verhältnismäßig bedeutend ist.

Während diese Betrachtungen für die Entwicklung des Dampfes durch die Flüssigkeitswärme bei ruhendem Wasser gelten, so werden

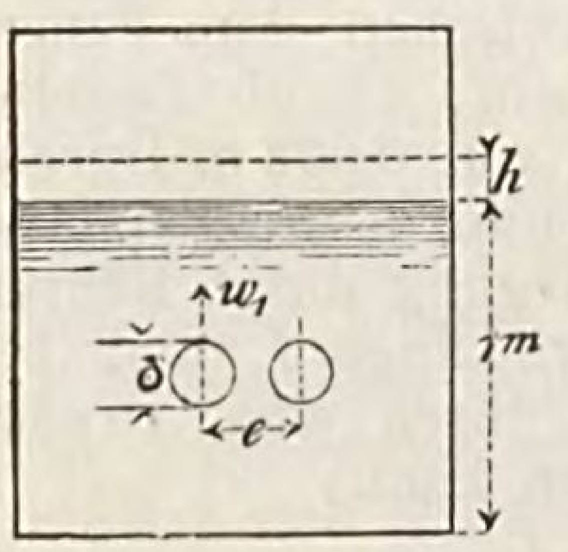


Fig. 495.

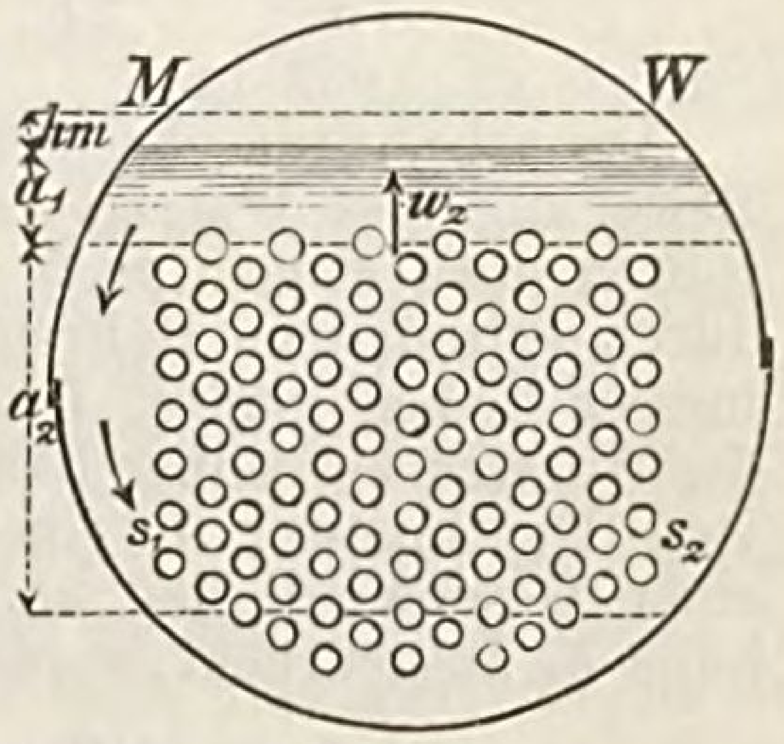


Fig. 496.

die Verhältnisse während der Fahrt und der D. durch die den Heizflächen entströmende Wärme wesentlich andere.

Im Langkessel wird das Wasser zwischen den Feuerröhren am meisten erwärmt; hier werden sich also vorzugsweise Dampfblasen bilden, das Gewicht der Wassersäule vermindern und dadurch einen kräftigen Umlauf des Wassers erzielen, welches außen an der Kesselwand herabsinkt und zwischen den Feuerröhren aufsteigt.

Die Geschwindigkeit w_2, Fig. 496, des aufsteigenden Wassers hängt dabei einerseits von dem Höhenunterschied der Wassersäulen, andererseits von dem Widerstand ab, welcher sich der Bewegung des Wassers zwischen den Röhren entgegensetzt. Würden nun sämtliche Feuerröhren die gleiche Wärmemenge abgeben, so würde die Dampfmenge teils durch Vermehrung der Blasenzahl, teils durch Vergrößerung ihres Durchmessers in den Wasserschichten von der unteren bis zur oberen Feuerrohrreihe gleichmäßig zunehmen, darüber aber unverändert bleiben, wenn nicht infolge des verminderten Wasserdrucks in den oberen Schichten eine etwas stärkere Dampfbildung stattfände.

Bezeichnen wir den Abstand von Mitte der oberen Feuerrohrreihe bis zum Wasserspiegel mit a_1, Fig. 496, den mittleren Abstand von

Mitte der oberen bis zur Mitte der zugehörigen unteren Feuerrohrreihe mit a_2, so können wir die Druckhöhenverminderung annähernd dadurch bestimmen, daß wir die in der oberen Feuerrohrreihe herrschende Dampfbildung über eine Höhe $a_1 + \frac{a_2}{2}$ gleichmäßig verteilt denken, welche 0,60 m für $a_1 = 0{,}20$ m und $a_2 = 0{,}80$ m betragen würde.

Für einen Blasendurchmesser δ und einen Abstand e von Mitte bis Mitte derselben würde alsdann die Druckverminderung h_i sich aus der Beziehung ergeben:

$$h_i = 0{,}60 . \frac{\pi}{6}\left(\frac{\delta}{e}\right)^3 \dots\dots\dots\dots 4)$$

Da über die Bewegung des Wassers zwischen den Feuerröhren keine Versuchsergebnisse vorliegen, so wollen wir die bekannten Erfahrungswerte über die Bewegung des Wassers in den Röhren benutzen, indem wir gleiche Widerstandskoefficienten annehmen, wenn das Verhältnis des Durchflußquerschnitts zu dem vom Wasser berührten Umfang desselben von gleicher Größe ist. Unter dieser Annahme findet sich nämlich für einen Rohrdurchmesser d und einen Spielraum zwischen den Feuerröhren von 0,016 m und einer Länge des Querschnitts von l m

$$\frac{\frac{d^2\pi}{4}}{d\pi} = \frac{0{,}016\,l}{2\,l} = 0{,}008$$

oder $d = 0{,}032$ m.

Danach würde also der Widerstand für die Bewegung des Wassers zwischen den Feuerröhren etwa ebenso groß sein, als ob dasselbe durch cylindrische Röhren von 0,032 m Durchmesser fließen müßte. Da nun der Widerstand des Wassers bei seiner Bewegung durch Röhren vom Durchmesser d, einer Länge L und bei einer Geschwindigkeit w_2 durch eine Druckhöhe h_r ausgedrückt werden kann:

$$h_r = 0{,}001\,\frac{L}{d}\,w_2^2,$$

so wird für $L = 0{,}80$ und $d = 0{,}032$

$$h_r = 0{,}025\,w_2^2$$

oder

$$w_2 = 6{,}3\sqrt{h_r}.$$

In dem vorliegendem Fall können wir nun annehmen, daß der ganze Höhenunterschied h_i der Wassersäulen auf Überwindung der Bewegungswiderstände verwendet werde und können somit $h_r = h_i$ setzen, wodurch aus Gleichung 4) folgt:

$$w_2 = 3{,}5\sqrt{\left(\frac{\delta}{e}\right)^3} \dots\dots\dots 5)$$

Die Geschwindigkeit w der Dampfblasen setzt sich nun zusammen aus der Relativgeschwindigkeit w_1 derselben in Bezug auf das Wasser und der Geschwindigkeit w_2 des Wassers selbst, so daß also $w = w_1 + w_2$, mithin

$$w = 4{,}17\sqrt{\delta} + 3{,}5\sqrt{\left(\frac{\delta}{e}\right)^3} \dots 6)$$

gesetzt werden kann.

Da das Aufsteigen der Dampfblasen zwischen den Feuerröhren, bezw. unmittelbar neben denselben stattfindet, so kommt bei den üblichen Verhältnissen der Lokomotivkessel als Gesamtbreite des Durchflußquerschnitts nur 0,3 m in Frage, so daß auf 1 m Kessellänge 0,3 m² Fläche zu berücksichtigen sind.

Das in jeder Sekunde an die Oberfläche tretende Dampfvolumen kann daher ausgedrückt werden durch die Beziehung

$$V = 0{,}3 . \frac{\pi}{6}\left(\frac{\delta}{e}\right)^3 w \dots\dots\dots 7)$$

Bei dieser Berechnung stellt h_i den Höhenunterschied der Wassersäulen innerhalb und außerhalb der Feuerröhren dar. Die mittlere Erhöhung h_m des Wasserspiegels muß aber wesentlich kleiner ausfallen, weil die obere Breite desselben, etwa 1,1 m beträgt und der zwischen den Feuerröhren aufsteigende Wasserstrom sich oberhalb desselben verteilt, so daß

$$h_m = \frac{0{,}3}{1{,}1}\,h_i \dots\dots\dots\dots 8)$$

wird.

Die wirkliche Wasserfläche ist hierbei aber nicht eben, sondern wird infolge der Geschwindigkeit des aufsteigenden Wassers gewölbt und in der Mitte am höchsten sein. Der Unterschied h_2, Fig. 497, des Scheitels gegen den Wasserstand an den Seiten hängt einerseits ab von der Geschwindigkeit w_2, anderseits von dem Verhältnis der Zwischenräume zwischen den Feuerröhren zu dem Abstand von Mitte bis Mitte derselben, weil der zwischen den Feuerröhren aufsteigende Strom das über den Feuerröhren stehende Wasser mitheben muß. Weil nun der Spielraum zwischen den Feuerröhren 0,066 m und der Abstand von Mitte bis Mitte derselben 0,016 m beträgt, so ist dieser Höhenunterschied

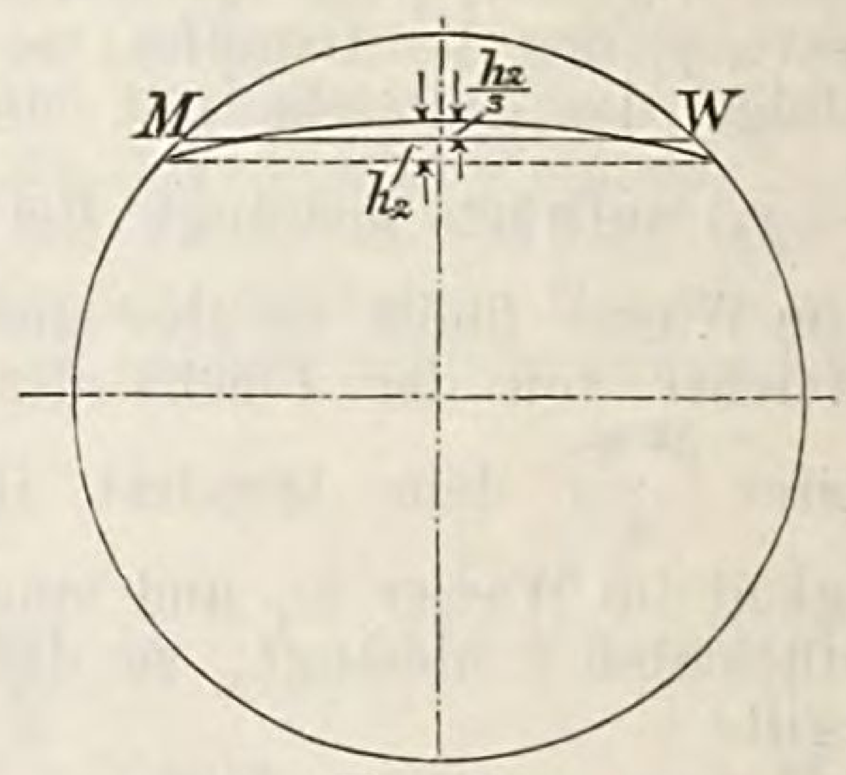


Fig. 497.

$$h_2 = \frac{0{,}016}{0{,}066}\,\frac{w_2^2}{2\,g}, \dots\dots\dots\dots 9)$$

unter g die Beschleunigung der Schwere oder $g = 9{,}81$ verstanden.

Dabei wird der Scheitel um $\frac{h_2}{3}$ über der mittleren Erhöhung des Wasserspiegels liegen, welche in Fig. 497 durch die Linie MW dargestellt ist, während der Wasserstand an den Seiten um $\frac{2}{3}\,h_2$ unter dieser Linie MW liegt. Der höchste Wasserstand H im Scheitel befindet sich also um $h_m + \frac{h_2}{3}$ über dem ursprünglichen Wasserstand, und es ist

$$H = h_m + \frac{h_2}{3} \dots\dots\dots\dots 10)$$

Für die Berechnung der Geschwindigkeit w_2 kommt übrigens der Höhenunterschied h_2 nicht in Frage, weil derselbe der abwärtsgehenden Bewegung des Wassers wieder zu gute kommt.

Aus dem Vorstehenden ergeben sich nun folgende Werte:

Blasendurchmesser δ	Verhältnis $\delta : e$	Geschwindigkeit			Dampfmenge V	h_m mittlere Erhöhung des Wasserspiegels	H Erhöhung im Scheitel
		w_1	w_2	w			
m		m	m	m	m³	m	m
0,01	0,5	0,417	1,225	1,642	0,032	0,010	0,016
0,01	0,7	0,417	2,051	2,468	0,133	0,027	0,044
0,01	1	0,417	3,500	3,917	0,615	0,080	0,130
0,016	0,5	0,525	1,225	1,750	0,034	0,010	0,016
0,016	0,7	0,525	2,051	2,576	0,139	0,027	0,044
0,016	1	0,525	3,500	4,025	0,632	0,080	0,130

Daraus geht hervor, daß die Geschwindigkeit der Blasen sowie die in jeder Sekunde an die Oberfläche des Wassers tretende Dampfmenge vorwiegend von dem Verhältnis $\frac{\delta}{e}$ abhängt, während die Dicke der Blasen darauf nur geringen Einfluß hat. Es ist ferner ersichtlich, daß infolge des Wasserumlaufs die Geschwindigkeit der Blasen ganz erheblich größer ausfällt, als bei ruhendem Wasser, so daß hier trotz der geringen Breite des aufsteigenden Stroms von 0,3 m selbst für kleine Werte $\frac{\delta}{e}$ schon große Dampfmengen V an die Oberfläche des Wassers gefördert werden. Dabei fällt die Hebung der Wasserfläche hier für gleiche Dampfmengen selbst im Scheitel viel kleiner aus, als bei ruhendem Wasser. Würde die freie Bewegung des Wassers durch äußere Umstände gehemmt, so würde offenbar das Verhältnis $\frac{\delta}{e}$ zunehmen und damit zugleich h_i und h_m wachsen.

Obgleich hiernach auf eine möglichst ungehemmte Bewegung des Wassers bei den Lokomotiven besonderer Wert gelegt werden sollte, so wird hierauf doch vielfach nicht die erwünschte Rücksicht genommen. Bei den preußischen Normallokomotiven, und zwar sowohl bei denen für Güterzüge als für Personenzüge, wird die freie Bewegung des Wassers dadurch beeinträchtigt, daß die beiden unteren äußersten Feuerröhren s_1 und s_2, Fig. 496, sich dem Langkessel bis auf etwa 0,03 m nähern und dadurch den Zufluß des seitlich herabströmenden Wassers unter die Feuerröhren zu sehr erschweren.

Ein möglichst freier Wasserumlauf muß aber auch um die Feuerkiste herum stattfinden können, an deren erhitzten Wänden Dampf und Wasser aufsteigen, während das kühlere Wasser an den Wänden des Feuerkistenmantels herabströmt. Zur Versteifung der Wände ist deshalb auch die Stehbolzenverankerung besonders geeignet, so daß schon aus diesem Grund die Verankerung der Feuerkistendecke durch Stehbolzen einer Verankerung durch quer oder längsliegende Deckenbarren vorzuziehen ist.

Diese Betrachtungen erklären auch manche eigentümliche Erscheinungen bei Kesselexplosionen (s. Dampfkesselexplosionen). Die große Heftigkeit der Wirkungen und der Umstand, daß solche Explosionen am häufigsten bei Kesseln vorkommen, aus denen unmittelbar vorher kein Dampf entnommen ist, haben zu den absonderlichsten Erklärungen geführt. Die äußere Ähnlichkeit mit den Erscheinungen des Siedeverzugs, wonach kleine Wasserkügelchen unter atmosphärischem Druck in ruhig stehendem Öl von gleichem specifischem Gewicht schwimmend mit diesem auf eine Temperatur von 120 bis 170° C. gebracht werden können, ohne zu verdampfen, worauf durch Erschütterung des Wassers eine explosionartige Verdampfung desselben eintritt, hat Veranlassung gegeben, die hier waltenden Ursachen auch für Kesselexplosionen gelten zu lassen. Wenn nun dieser Vorgang beim Siedeverzug sich dadurch erklären läßt, daß die kleinsten Wasserteile sich vor dem Eintritt der Erschütterung in einer Gleichgewichtsspannung erhalten, so läßt sich doch unmöglich ein derartiger Zustand auch für eine größere Wassermasse annehmen, die unvermeidlich infolge verschiedenartiger Abkühlung gewisse, wenn auch noch so geringe Bewegungen ihrer Wasserteilchen untereinander zeigen wird. Nach den vorstehenden Betrachtungen erklärt sich aber der Umstand, daß die Explosionen am häufigsten stattfinden, wenn vorher kein Dampf aus dem Kessel entnommen ist, dadurch, daß bei einer plötzlichen Dampfentnahme der Dampf aus dem ruhendem Wasser nur verhältnismäßig langsam an die Oberfläche steigen kann und deshalb eine gleich große Ausströmungsöffnung eine weit stärkere Druckabnahme verursacht, als dies der Fall sein würde, wenn das Wasser sich in raschem Umlauf befände. Die große Heftigkeit der Explosionen erklärt sich aber ohne weiteres, wenn man nur eine vorhergegangene starke Druckabnahme voraussetzt, weil alsdann der ganze Überschuß an Flüssigkeitswärme über die Gleichgewichtstemperatur plötzlich durch die ganze Wassermasse verteilt Dampf bilden muß, und weil der Umstand, daß die Dampfblasen nicht rasch genug aufsteigen können, Veranlassung giebt, daß die Wassermassen selbst mit großer Gewalt gegen die Kesselwandungen geschleudert werden. Es erklärt sich hieraus auch die eigentümliche Erscheinung, daß die Explosion um so heftiger wird, je größer die plötzlich im Dampfraum entstehende Öffnung ist.

Es erklärt sich hieraus ferner, daß selbst große Öffnungen im Wasserraum von solchen Explosionserscheinungen nicht begleitet sind, weil hierbei wohl das Wasser angepreßt wird, aber keine plötzliche Druckabnahme über dem Wasser stattfindet. Ebenso findet auch der Umstand hierin seine Erklärung, daß das plötzliche Heben eines Sicherheitsventils bei hohem Druck ein heftiges Auswerfen von Wasser aus der Ventilöffnung veranlassen kann. Frank.

Dampffähre, s. Trajektanstalten.

Dampfhämmer (*Steam-hammers*, pl.; *Marteaux*, m. pl., *à vapeur*), mechanische Schmiedevorrichtungen, bei welchen ein Gewicht durch Dampfdruck bewegt wird, um auf zu bearbeitende Metallkörper formverändernde Schläge auszuüben. Der Dampf gelangt hierbei in mit entsprechender Steuerung versehenen Dampfcylindern zur Wirkung.

Man unterscheidet zwei Hauptgruppen von Dampfhämmern:

Vertikalhämmer, welche auf dem Princip des fallenden Gewichts beruhen.

Horizontalhämmer, bei welchen von der Fallwirkung abgesehen wird, und zwei auf Rollen geführte Hammerklötze centrisch gegeneinander getrieben werden.

Im Eisenbahnwesen werden nur Vertikalhämmer, und zwar in Schmiedewerkstätten zur Verarbeitung von Eisen und Stahl verwendet.

Bei kleinen Vertikalhämmern ruht der Dampfcylinder auf einfachen, bei großen auf Doppelständern, auf welchen auch die Steuerung angeordnet ist.

Das Fallgewicht — Hammerbär genannt — ist zumeist mit der Kolbenstange des lotrecht darüber befindlichen Dampfcylinders fest verbunden; nur bei einzelnen Arten steht der Kolben fest, wogegen der Dampfcylinder beweglich ist und den Hammerbär trägt.

Der Hammerbär ist aus Gußeisen oder Stahl hergestellt und trägt an seinem unteren Ende den mit Schwalbenschwanz eingeschobenen und mit Keil befestigten gußstählernen Kern mit der Hammerbahn.

Die feste Unterlage, worauf das zu schmiedende Stück gelegt wird, um die durch den Hammerbär ausgeübten Schläge aufzunehmen, wird durch den Amboß gebildet. Der Amboß ruht seinerseits wieder auf einer gußeisernen Unterlage, welche den Namen Chabotte führt und hinreichend schwer sein muß, um nicht durch die Schläge des Hammers bewegt zu werden.

Die Hammerbahnen, das sind jene Amboß- oder Hammerflächen, auf welche das zu schmiedende Stück gelegt wird, bezw. mit welchen die Schläge gegeben werden, bezeichnet man entweder als Breitbahnen, wenn ihre Länge und Breite nahezu gleich sind, oder als Schmalbahnen oder Finnen, wenn die Länge überwiegt. Erstere gehören hauptsächlich zum Schmieden in Gesenken und zur Glättung der Oberflächen von Schmiedestücken, während letztere zum Absetzen und Ausstrecken oder Breiten der Schmiedestücke verwendet werden.

Die Hammerständer werden bei allen größeren D. unabhängig von der Chabotte fundiert, um sie gegen Erschütterung zu sichern. Bei kleinen Hämmern hingegen stellt man Ständer und Chabotte auf ein gemeinschaftliches Fundament.

Die Chabotte wird bei größeren D. elastisch fundiert, indem man sie auf Holz stellt, und zwar wendet man neuerer Zeit meist zwei Schichten unter einem rechten Winkel zueinander gelagerter Eichenhölzer an, welche auf einer entsprechenden Betonfundierung ruhen.

Die Vertikalhämmer sind nach der Art, in welcher der Dampf zur Wirkung gelangt, entweder

1. einfach wirkende D., bei welchen der Dampf, nachdem er das Fallgewicht auf eine bestimmte Höhe gehoben hat, entweicht und das Gewicht hierdurch dem freien Fall überläßt;

2. doppelt wirkende D., bei welchen der Dampf nicht nur zum Heben des Fallgewichts benutzt wird, sondern wo auf letzteres auch während seines Niedergangs Dampfdruck übertragen und hierdurch die Wirkung des frei fallenden Gewichts entsprechend vergrößert wird.

Da hierbei der Dampfcylinder feststeht, der Kolben also der bewegliche Teil ist, so muß zum Heben des Fallgewichts Dampf unter den Kolben strömen und erfolgt während des Niedergangs die Wirkung des Dampfes auf die obere Kolbenfläche, weshalb diese Hämmer auch D. mit Oberdampf genannt werden.

Letztere zerfallen wieder

a) in D. mit expandierendem Oberdampf, bei denen der zum Heben des Fallgewichts benutzte Dampf während dessen Niedergangs auf der andern Kolbenseite zur Wirkung gelangt;

b) in D. mit frischem Oberdampf, der unmittelbar dem Dampfkessel entnommen wird.

Durch den Oberdampf wird nicht nur die Stärke des Schlags, sondern auch die Fallgeschwindigkeit vergrößert und demzufolge die Hubzahl vermehrt, weshalb die Anwendung von Oberdampf hauptsächlich bei kleinen Hämmern von mehreren hundert Schlägen pro Minute, sogenannten Schnellhämmern, sehr vorteilhaft ist. Diese Hämmer haben dann auch eine verhältnismäßig große Kolbenfläche und geringe Hubhöhe.

Die Dampf-Ein- und Ausströmung wird durch eine Steuerung bewirkt, deren innere Teile aus Schieber, Hähnen, Ventilen oder Kolben, und deren äußere Teile aus Hebeln und Zugstangen bestehen.

Die Bewegung der Steuerungsteile erfolgt von Hand aus oder selbstthätig durch den Hammerbär.

Die Handsteuerung findet hauptsächlich bei größeren Hämmern Anwendung, wo je nach der beabsichtigten Formung des Arbeitsstücks eine veränderliche Stärke des Schlags nötig ist. Letztere wird durch Änderung der Hubhöhe des Hammerbären, allenfalls auch durch Anwendung von Oberdampf herbeigeführt.

Die selbstthätige Steuerung findet vorwiegend bei Schnellhämmern Anwendung, schon mit Rücksicht auf die beabsichtigte große Hubzahl. Durch Verstellung der Steuerung und Regelung des Dampfzuflusses läßt sich auch hier die Stärke der Schläge beliebig regeln.

Sowohl bei den einfach wirkenden D., als auch bei Verwendung von Oberdampf kann mit Expansion gearbeitet werden, wenn die Einströmung vor dem Hubwechsel unterbrochen wird.

Die größten D. bestehen bei Schneider & Comp. in Creusot mit 80 000 kg Fallgewicht bei 5 m Hub und Oberdampf; im Gußstahlwerk von Perm in Rußland mit 50 000 kg und ebenfalls Oberdampf; bei Krupp in Essen von gleichem Gewicht mit 3,16 m Hub, jedoch ohne Oberdampf; zu Woolwich mit 35 500 kg und 3,2 m Hub mit Oberdampf. Der größte D. Österreichs ist der zu Neuberg mit 17 500 kg und 2,7 m Hub ohne Oberdampf.

Für Schmiedewerkstätten, welche kleine Gegenstände erzeugen, empfiehlt sich zu wählen: 50—500 kg Fallgewicht, 150—600 mm Hubhöhe und 200—400 Hübe pro Minute; für solche, welche große Gegenstände erzeugen; 500—1000 kg Fallgewicht, 600—1000 mm Hubhöhe und 100 bis 200 Hübe pro Minute.

Für Eisenbahnwerkstätten kommen meist Hämmer von 500—1000 kg und Schnellhämmer von 200—500 kg Fallgewicht zur Verwendung.

Um den Hub der aufwärts gehenden Hammermasse zu begrenzen, werden vielfach Prellungen mittels Federn, Luft- oder Dampfbuffern verwendet. Da hierdurch zugleich auch der Rückgang beschleunigt und die Hubzahl vermehrt wird, so sind für Schnellhämmer diese Prellungen von Wichtigkeit.

Bei der Luftprellung ist in einer gewissen Höhe des Cylinders eine Reihe Löcher angebracht

durch welche Luft ein- und austreten kann, je nach der Bewegung des Kolbens. Gegen das Ende des Hubs verschließt der Kolben die Löcher und die zurückbleibende Luft wird zusammengedrückt und bewirkt die Prellung.

Bei der Dampfprellung tritt Ausströmdampf über den Kolben und wird beim Aufgang desselben zusammengepreßt. Diese D. bilden den Übergang zu den doppelt wirkenden D.

Nachstehend mögen einige der wichtigeren D. besprochen werden:

Der Nasmyth-Hammer, Fig. 498, besteht aus zwei Ständern, zwischen welchen der Hammerbär, der auf einer dünnen Kolbenstange hängt, geführt wird. Der Dampfcylinder steht über den beiden Ständern. Dieser Hammer arbeitet nur mit Unterdampf. Die Steuerung besorgen Schieber, bei neueren Ausführungen

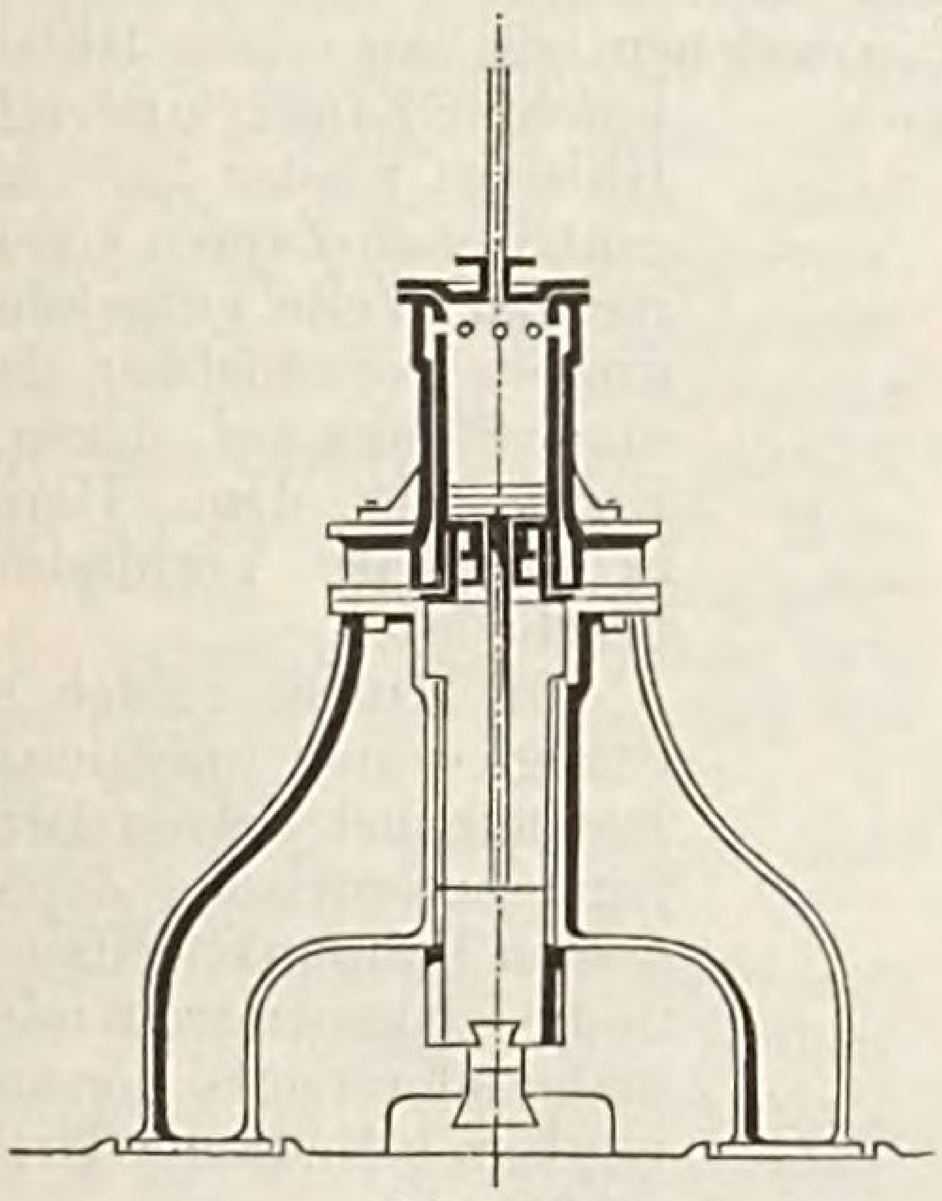


Fig. 498.

auch Ventile, deren Bethätigung gewöhnlich von Hand aus erfolgt; doch ist meist eine selbstthätige Hubbegrenzung vorhanden. Als Prellung für den aufgehenden Kolben dient atmosphärische Luft oder Dampf.

Beim Condie-Hammer, Fig. 499, 1846 dem Mechaniker Condie in Glasgow patentiert,

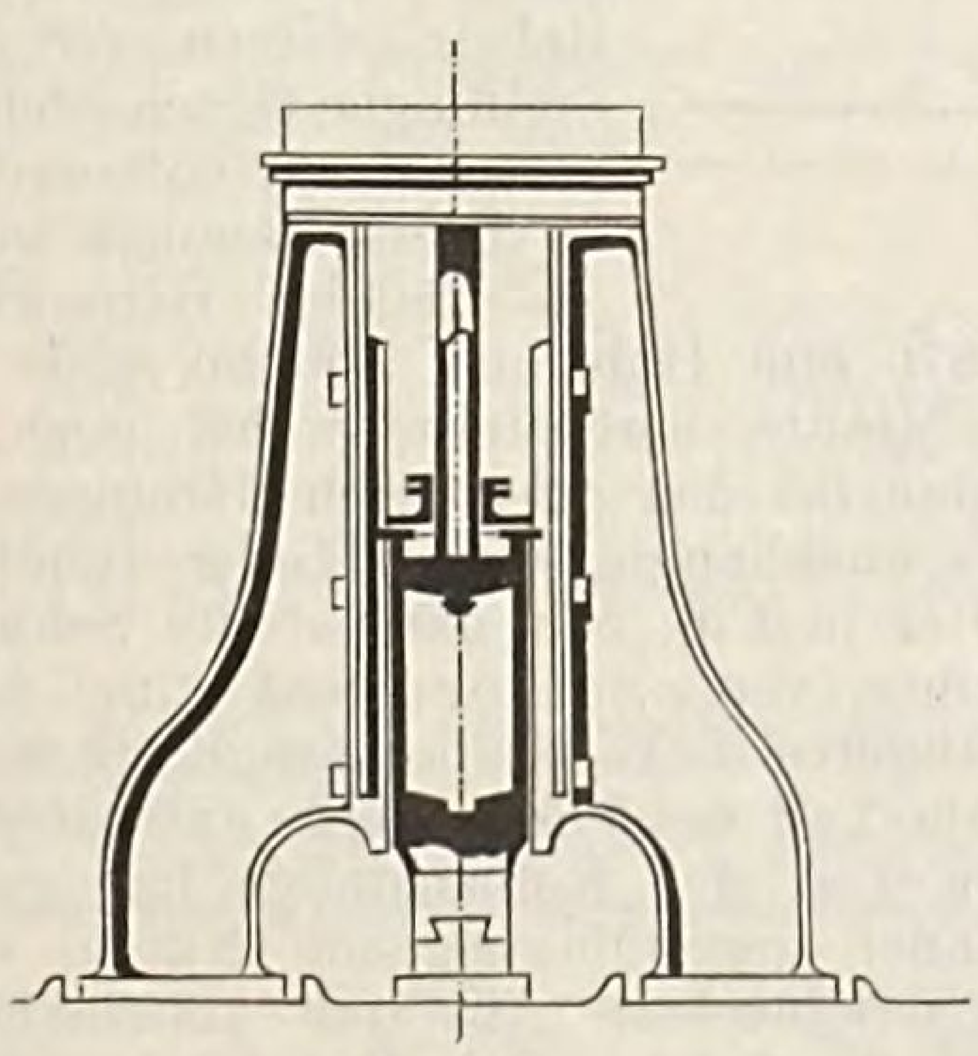


Fig. 499.

werden die Hammerschläge durch den beweglichen Dampfcylinder, der am unteren Ende den Hammerbär trägt, gegeben.

Der Cylinder wird zwischen den oben durch ein Querstück verbundenen Ständern geführt und tritt der Dampf durch die hohle Kolbenstange über den Kolben, wodurch die Hebung des Dampfcylinders erfolgt. Das Niederfallen des letzteren geschieht, wenn der Dampf ausströmen gelassen wird. Die Steuerung ist eine Ventilsteuerung. Diesem Hammer hat man häufige Brüche der Kolbenstange und des Dampfcylinders zum Vorwurf gemacht.

Morrisons D., Fig. 500, stammt aus dem Jahr 1854. Dieser Hammer besitzt eine auch durch den oberen Cylinderdeckel gehende dicke Kolbenstange, in welcher der größte Teil des Fallgewichts angesammelt ist. Die Führung durch die Stopfbüchse des oberen und unteren Cylinderdeckels macht eine besondere Führung für den ohnehin leichten Hammerbär meist entbehrlich, der Cylinder kann dann anstatt über den Ständern auch zwischen denselben befestigt werden, wodurch letztere niedriger, einfacher und leichter ausfallen. Die Steuerung wird mit Schiebern oder Ventilen besorgt und wurde früher selbstthätig, jedoch jetzt meist von Hand ausgeführt.

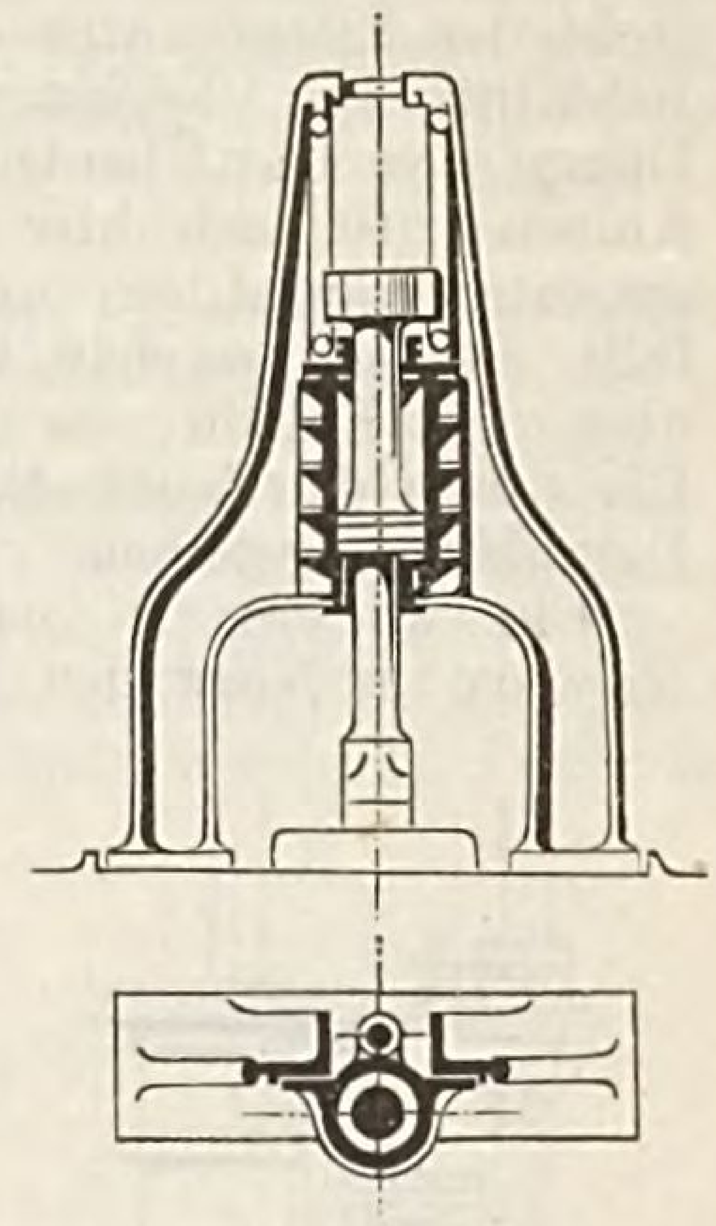


Fig. 500.

Dealens D., Fig. 501, wurde 1852 vom Ingenieur Dealen in Hörde entworfen. Bei diesem Hammer hat die dicke Kolbenstange, welche häufig mit Kolben und Bär aus einem Stück hergestellt ist, keine Verlängerung nach aufwärts; es ist daher die dem Dampfdruck ausgesetzte Fläche über dem Kolben um die Fläche des Kolbenstangenquerschnitts größer als unter dem Kolben. Das Ansteigen des Hammers erfolgt durch frischen Unterdampf. Bei einer bestimmten Stellung des Kolbens hört die Einströmung auf und der Raum unter dem Kolben tritt durch einen Kanal mit jenem oberhalb des

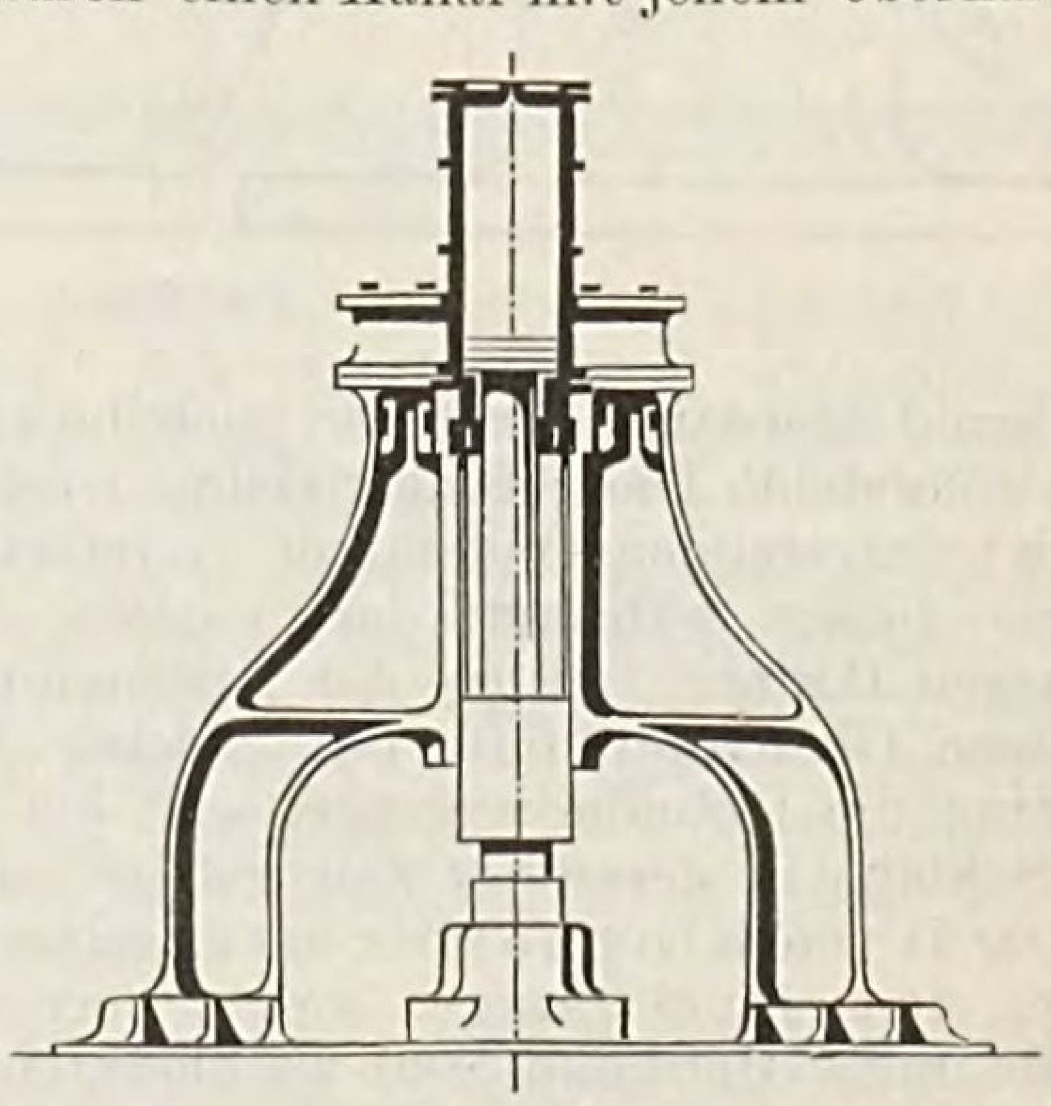


Fig. 501.

Kolbens in Verbindung. Der größere Druck über dem Kolben wirkt beschleunigend auf den Niedergang des Hammers.

Diese Hämmer haben Hahn- und Ventilsteuerung, und zwar Handsteuerung bei selbstthätiger Hubbegrenzung.

Bei dem von Ingenieur Türck in Chartres

1855 herstammenden Hammer sind Kolben und Kolbenstange ganz so wie beim Daelen-Hammer angeordnet; unter dem Kolben ist beständig gespannter Dampf, während über dem Kolben Dampf abwechselnd aus- und einströmt. Im ersteren Fall erhebt sich der Hammerbär und im letzteren fällt er herab.

Bei dem von Ingenieur Farcot in Paris entworfenen Hammer mit dünner Kolbenstange steht der Raum unter dem Kolben mit einem Behältnis in Verbindung, in welchem sich Dampf von 1 at Überdruck befindet. Über dem Kolben tritt auch hier abwechselnd höher gespannter Dampf ein und aus; im ersten Fall fällt der Hammerbär infolge des Überdrucks über dem Kolben, im letzteren Fall wird der Bär durch den beständig von unten wirkenden Dampfdruck gehoben.

Ein weiterer D. ist jener von Ingenieur Naylor in Norwich. Der Hub erfolgt durch frischen Unterdampf, welcher nach beendigtem Hub entweicht. Die Schlagwirkung wird durch frisch eintretenden Oberdampf verstärkt und bleibt dieser während der ganzen Niedergangszeit thätig. Infolge der Anwendung von frischem Oberdampf fällt bei gleicher Schlagwirkung die Hubhöhe geringer und die Anzahl der Schläge in derselben Zeit größer aus.

Der D. von Ringhoffer hat in seiner Steuerung eine Einrichtung, welche ermöglicht, sowohl mit Unterdampf und nachherigem Übertritt desselben über den Kolben, als auch mit frischem Oberdampf zu arbeiten. Dies wird durch einen Röhrenschieber bewirkt, der eine doppelte Anordnung von Ein- und Ausströmkanälen besitzt und um 90° verdreht werden kann.

Je nach Bedürfnis wird die eine oder andere Stellung des Schiebers in Anwendung gebracht. Überdies besitzt dieser D. Hand- und Selbststeuerung.

Der Schnellhammer Keller-Banning, Fig. 502, (nach einer Ausführung der Werkzeugmaschinenfabrik Wagner & Comp. in Dortmund) besteht aus einem einfachen Hohlgußständer, welcher auf einem Fortsatz der Chabotte festgeschraubt ist. Die innere Steuerung enthält einen entlasteten Rohrschieber (Banning verwendet einen Muschelschieber), der bei seinem höchsten Stand den Einströmungskanal für den Unterdampf geöffnet hält, den Raum über dem Kolben aber mit dem Auspuffrohr verbindet. Die Dampfzuleitung wird mittels eines durch Drehung bewegten Schiebers geregelt.

Das Auspuffrohr befindet sich rückwärts über dem Ständer, durch einen ringförmigen Kanal mit dem Schieberkasten verbunden. Die Rohrschieberstange ist nach unten verlängert und besitzt am unteren Ende einen klammerartigen Ansatz, in welchen ein an einer Hülse angebrachter Zapfen eingreift. Diese Hülse ist wieder auf einem excentrischen Zapfen einer wagerechten Welle aufgehängt und nimmt verschiebbar das Ende einer Stange auf, deren anderes Ende mit dem Hammerbär in drehbare Verbindung gebracht ist.

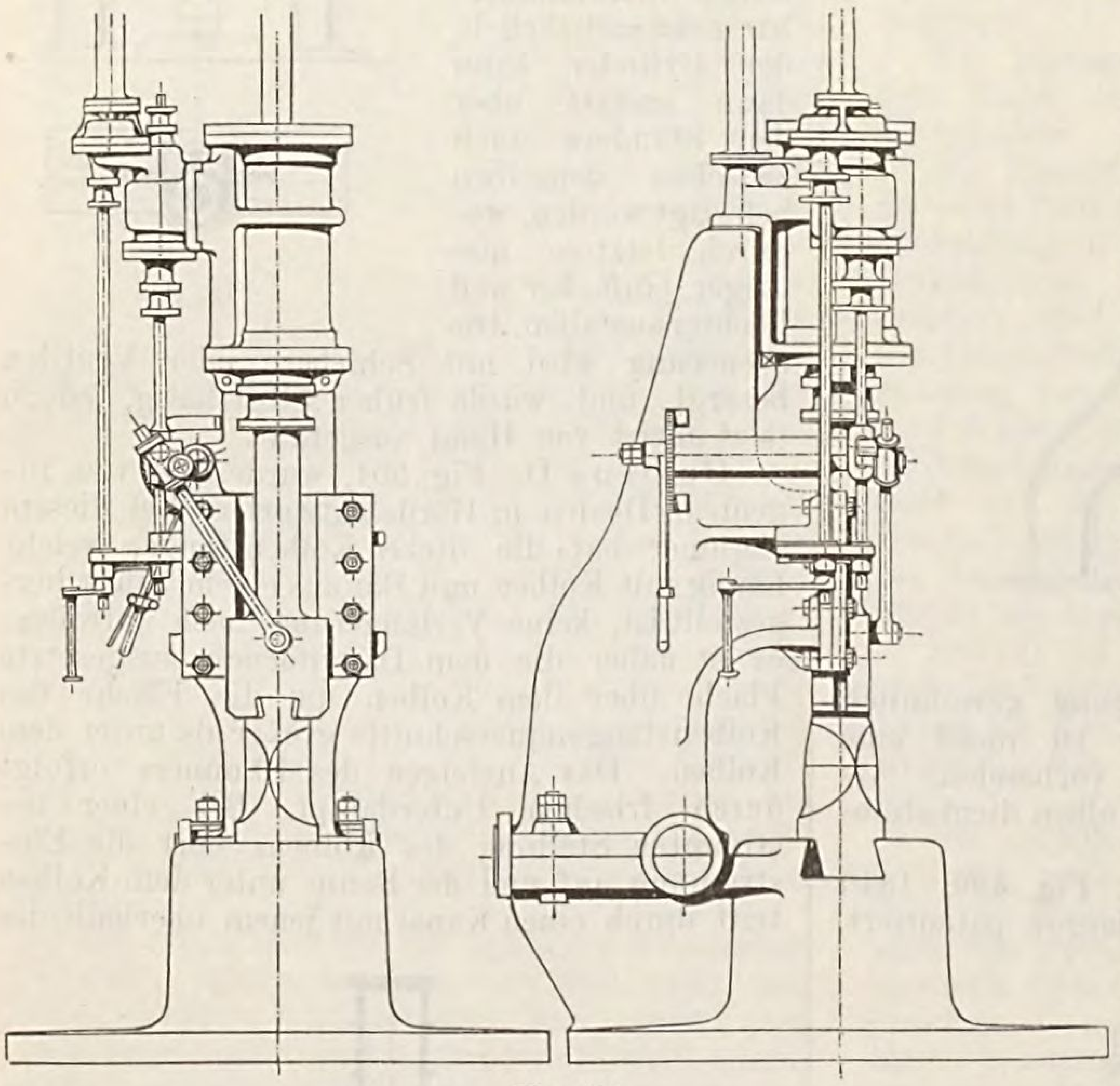


Fig. 502.

Die Hülse bildet mit der Stange einen ungleicharmigen Doppelhebel, dessen Drehpunkt jener excentrische Zapfen und dessen Endpunkte einerseits der in die Klaue eingreifende Zapfen und andererseits der am Hammerbär befindliche Drehzapfen sind.

Beim Auf- und Niedergehen des Hammerbären wird dieser Doppelhebel in Drehung versetzt, und bewirkt die Dampfverteilung. Die Regelung der Stärke der Hammerschläge erfolgt durch Verdrehen der wagerechten Welle mittels eines an einem Gradbogen geführten Hebels, dessen verschiedenen Stellungen verschiedene Dampfverteilungen entsprechen.

Diese Hämmer werden mit 75—750 kg Bärgewicht, 200 bis 870 mm Hub und 500 bis 1500 Schlägen pro Minute hergestellt, wobei noch bemerkt sei, daß bei den schwereren Hämmern die Chabotte unabhängig vom Ständer fundiert wird.

Der in Fig. 503 dargestellte Schnelldampfhammer von Sellers hat eine nach oben verlängerte dicke Kolbenstange, in welcher der größte Teil des Fallgewichts enthalten ist. Der obere Teil der Kolbenstange hat zwei lange, einander gegenüberliegende Nuten, welche in gleichbleibendem Abstand voneinander, aber gegen die Achse der Kolbenstange geneigt eingehobelt sind. In diese Doppelnut greift ein Schlitten ein, der bei der Auf- und Abbewegung der Kolbenstange wagerecht hin und hergeschoben wird.

Die Verschiebung des Schlittens wird durch einen Winkelhebel auf einen geraden Hebel übertragen, an dessen einem Endpunkt die Stange des entlasteten Steuerungsschiebers befestigt

ist, und dessen anderer Endpunkt durch einen Handhebel mit Gradbogen höher oder tiefer gelegt werden kann. Ist letzterer Endpunkt in seiner höchsten Lage, so tritt frühzeitig Oberdampf, spät oder gar nicht Unterdampf ein; ist er in seiner tiefsten Lage, so erfolgt frühzeitiger Eintritt von Unterdampf und kein Eintritt von Oberdampf. Der entsprechende Gebrauch des Handhebels bietet also ein Mittel zur Regelung der Schlagstärke; ein weiteres Mittel zu diesem Zweck ist durch die Anbringung eines Drosselventils gegeben, durch das der Unterdampf am freien Ausströmen gehindert werden kann, wodurch schwächere Schläge erfolgen.

Diese Hämmer werden in vielen Fabriken erzeugt, und zwar mit einem Fallgewicht von 100—750 kg und 300—650 mm Hub.

Im allgemeinen kommt es bei den Hämmern auf Stabilität, Dauerhaftigkeit der Konstruktion und gute Anordnung in Bezug auf Dampfausnutzung, sowie bequeme und rasche Handhabung an. Von den vorangeführten Arten haben sich erfahrungsgemäß die Hämmer mit einem feststehenden Cylinder am dauerhaftesten gezeigt, weshalb die Systeme Nasmyth, Morrison, Dealen, Naylor, Ringhoffer und die Schnellhämmer System Sellers am meisten angewendet und bevorzugt werden.

Schließlich sei noch einiges über Berechnung der D. erwähnt.

Bezeichnet F den Cylinderquerschnitt nach Abzug des Kolbenstangenquerschnitts in Quadratcentimetern, p den niedrigsten Dampfüberdruck in Kilogramm pro Quadratcentimeter, mit welchem der Hammer arbeiten soll, G das Gewicht des Hammers, bezw. das Fallgewicht in Kilogramm, so nimmt man

a) für Schnellhämmer mit frischem Oberdampf bis 150 kg Fallgewicht bei 300 bis 400 Schlägen pro Minute

$$F.p = (5 \text{ bis } 6)\ G,$$

bei 150—500 kg Fallgewicht und 150—300 Schlägen pro Minute

$$F.p = (4 \text{ bis } 5)\ G;$$

b) für Dampfhämmer von

500— 1250 kg Fallgew. $Fp = (2^1/_2 \text{ bis } 3)\ G$
1250— 2500 „ „ $Fp = (2 \text{ bis } 2^1/_2)\ G$
2500— 5000 „ „ $Fp = (1^3/_4 \text{ bis } 2)\ G$
5000—10000 „ „ $Fp = (1^1/_2 \text{ bis } 1^3/_4)\ G.$

Der Durchmesser der Kolbenstange betrage:

α) für D. mit dicker Kolbenstange $^1/_2$ bis $^5/_8$ des Cylinderdurchmessers,

β) für solche mit dünner Kolbenstange:

Bei einem Hub von	Zum Schmieden von Eisen	Zum Schmieden von Stahl
unter 1 m	$^1/_{12}$ bis $^1/_{10}$	$^1/_{10}$ bis $^1/_8$
1 bis 2 m	$^1/_{10}$ „ $^1/_8$	$^1/_8$ „ $^1/_6$
über 2 m	$^1/_8$ „ $^1/_6$	$^1/_6$ „ $^1/_5$

vom Durchmesser des Cylinders.

Bei Anwendung von frischem Oberdampf nimmt man 25% mehr.

Der Hub ist für gewöhnliche Verhältnisse $H = 0{,}025 \sqrt{G}$ bis $0{,}03 \sqrt{G}$ in Meter anzunehmen.

Die Absperrung des Dampfes bei $^2/_3$ bis $^3/_5$ des Hubs, das Öffnen der Ausströmung bei $^3/_5$ bis $^4/_5$ des Hubs.

Das Gewicht der Chabotte betrage für Hämmer zum Schmieden von Eisen das 6,3 H-fache, mindestens das achtfache Gewicht des Fallbären; für Hämmer zum Schmieden von Stahl das 9,5 Hfache, mindestens das Zwölffache des Gewichts des Fallbären, wobei H in Metern zu nehmen ist.

Bei Hämmern mit frischem Oberdampf nehme man das Chabottegewicht um 30% größer an. Neblinger.

Dampfhalten (*Keeping-up the steam; Stationnement*, m., *en feu*), die Bereithaltung des geheizten Kessels zur jederzeitigen, allenfalls auch sofortigen Verwendung. Es muß daher während des Dampfhaltens sowohl die Feuerung

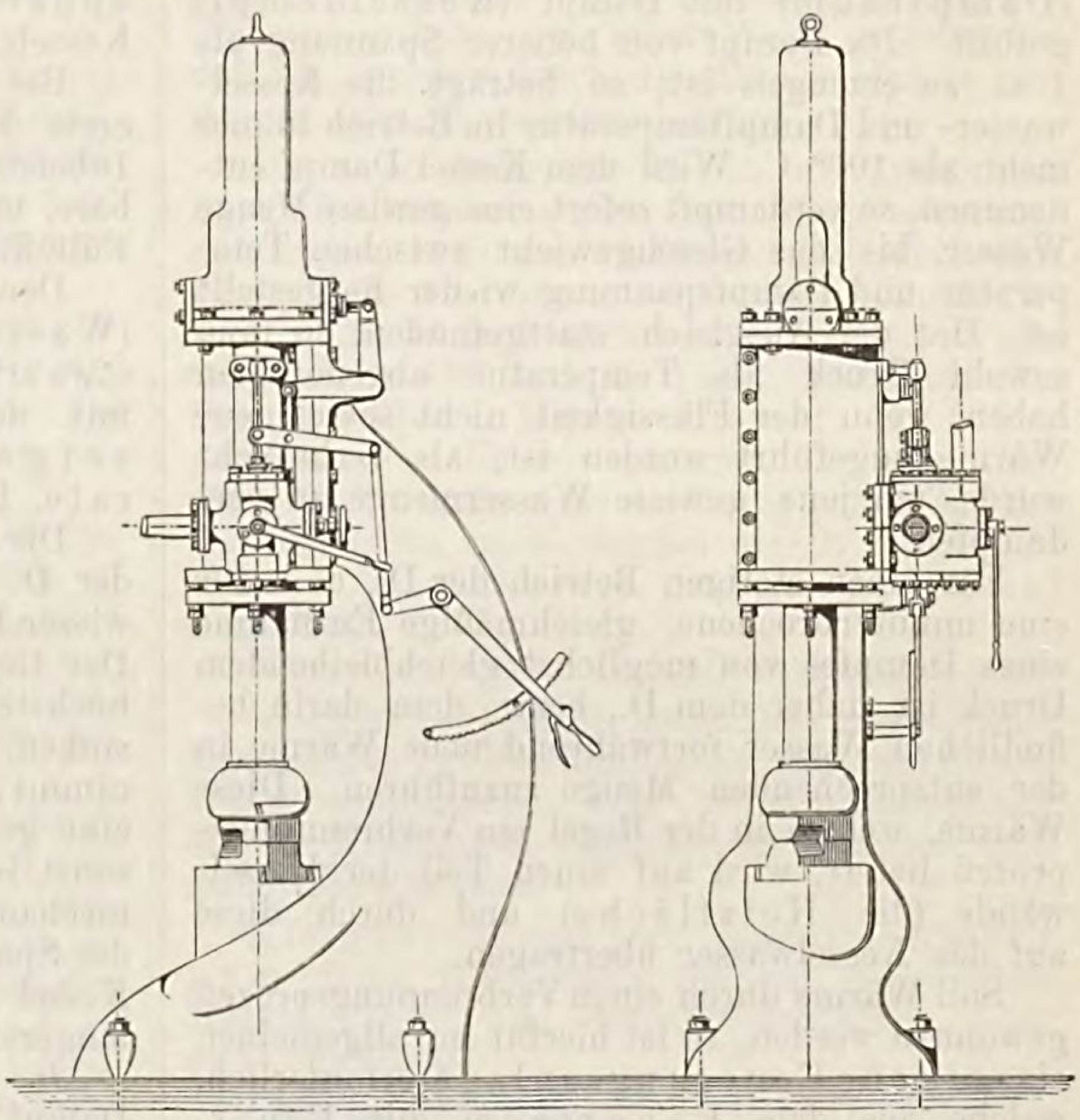


Fig. 503.

entsprechend unterhalten, als auch dafür gesorgt werden, daß sämtliche zum ungestörten und längeren Betrieb des Kessels notwendigen Maßnahmen getroffen sind.

Im Eisenbahnbetrieb wird die meiste Dampfhaltezeit bei solchen Maschinen gemacht, welche als Hülfsmaschinen für die verkehrenden Züge regelmäßig bereit stehen. Auf 100 Zugskilometer Leistung entfallen beim Verschub- und Bereitschaftsdienst durchschnittlich 2,0—2,2 Dampfhaltestunden.

Das D. eines Lokomotivkessels erfordert durchschnittlich 15 kg Schwarzkohle in der Stunde für 1 m² Rostfläche. Durch entsprechende Schließung der Aschenkastenklappen und teilweises Zudecken des Kamins kann bei längerem Dampfhalten der Brennstoffverbrauch wesentlich vermindert werden. Gewöhnlich wird angenommen, daß (wo das überhaupt zulässig ist) die frische Anheizung eines noch warmen Kessels vorteilhafter ist, als das D., wenn letzteres voraussichtlich den Zeitraum von sechs Stunden übersteigt.

Die gesamten Kosten des Dampfhaltens einer Lokomotive belaufen sich einschließlich Verzinsung derselben und der entfallenden Personalkosten je nach der Gattung der hierbei in Betracht zu ziehenden Maschine auf 80 Pf. bis 1,20 Mk. pro Stunde. Wehrenfennig.

Dampfheizung, s. Beheizung, Heizanlagen.

Dampfkessel (*Steam-boilers*, pl. *Chaudières*, f. pl., *à vapeur*) sind Gefäße zur Erzeugung von Dampf, dessen Spannung größer ist, als jene der Atmosphäre.

I. Allgemeines.

Der in D. erzeugte Dampf wird hauptsächlich für den Antrieb von Kraftmaschinen (Dampfmotoren) verwendet. Aus den D. wird der Dampf seiner Verwendung durch Leitungsrohre (Dampfrohre) zugeführt, welche mit Absperrventilen versehen sind.

Ein Teil des Raums (der Wasserraum) eines im Betrieb befindlichen Kessels ist mit Wasser (Kesselwasser), der übrige Raum (Dampfraum) mit Dampf (Kesseldampf) gefüllt. Da Dampf von höherer Spannung als 1 at zu erzeugen ist, so beträgt die Kesselwasser- und Dampftemperatur im Betrieb immer mehr als 100° C. Wird dem Kessel Dampf entnommen, so verdampft sofort eine gewisse Menge Wasser, bis das Gleichgewicht zwischen Temperatur und Dampfspannung wieder hergestellt ist. Hat der Ausgleich stattgefunden, so muß sowohl Druck als Temperatur abgenommen haben, wenn der Flüssigkeit nicht soviel neue Wärme zugeführt worden ist, als verbraucht wurde, um jene gewisse Wassermenge zu verdampfen.

Für einen stetigen Betrieb der D., d. i. für eine ununterbrochene, gleichmäßige Entnahme eines Dampfes von möglichst gleichbleibendem Druck ist daher dem D., bezw. dem darin befindlichen Wasser fortwährend neue Wärme in der entsprechenden Menge zuzuführen. Diese Wärme, welche in der Regel ein Verbrennungsprozeß liefert, wird auf einen Teil der Kesselwände (die Heizfläche) und durch diese auf das Kesselwasser übertragen.

Soll Wärme durch einen Verbrennungsprozeß gewonnen werden, so ist hierfür im allgemeinen eine eigene Feuerungsanlage erforderlich, welche aus dem Feuerraum mit Feuerthüre, Rost und Aschenfall, aus den Feuerzügen oder Heizkanälen und dem Rauchfang besteht. Manchmal münden mehrere Feuerzüge in einen noch vor dem Rauchfang befindlichen Raum (die Rauchkammer).

Die Feuerzüge sind entweder innerhalb des D. oder außerhalb desselben angeordnet. Im ersteren Fall sind die Feuerzüge vollständig vom Kesselwasser umgeben und heißen, wenn ihr Durchmesser größer ist als 150 mm, Flammrohre, dagegen Feuerröhren bei 150 mm Durchmesser oder geringerer Weite. (Die Feuerröhren der Lokomotivkessel werden gewöhnlich Siederohre genannt, eine Bezeichnung, welche nicht zutreffend ist und deshalb hier vermieden werden soll.) Befinden sich die Heizkanäle außerhalb der D., so sind sie selbstverständlich nur teilweise von der Kesselwandfläche begrenzt. Von den Flammrohren sind die Wasserrohre oder Sieder zu unterscheiden, das sind von außen geheizte, mit Wasser gefüllte Rohre, die einen Teil des D. bilden. Sieder von weniger als 150 mm Weite werden wohl auch als Siederröhren bezeichnet. Der Feuerraum ist entweder innerhalb des D., z. B. in den Flammrohren oder in einem den Rost kastenartig überbauenden Kesselteil (der Feuerbüchse) oder außerhalb des D. angeordnet. Es ergiebt sich nun von selbst, daß sich im allgemeinen ein Teil der Heizfläche des D. im Feuerraum, der andere Teil in den Heizkanälen befindet.

Im Feuerraum wird die Wärme auf die Heizfläche nicht nur durch die Berührung der heißen Gase, sondern auch unmittelbar durch Strahlung übertragen. Dieser Teil der Heizfläche heißt daher gewöhnlich direkte Heizfläche, der übrige Teil indirekte Heizfläche.

Da jede Dampfentnahme den Verbrauch von Kesselwasser bedingt, so muß, wenn ein gleichmäßiger Betrieb erhalten werden soll, das verdampfte Wasser durch Zuführung (Speisen) neuen Wassers ersetzt werden. Die hierzu dienenden, mit dem D. verbundenen Apparate, heißen Wasserspeis- oder kurzweg Speiseapparate (Pumpen, Injektoren etc.) des Kessels.

Bei Lokomotivkesseln (s. d.) sind für die erste Füllung des D. mit Wasser bei jeder Inbetriebsetzung desselben, überdies verschließbare, mit Füllschalen oder Füllvasen versehene Füllöffnungen angebracht.

Den jeweiligen Wasservorrat im Kessel (Wasserstand), bezw. die Notwendigkeit eines etwa erforderlichen Wasserspeisens, lassen eigene, mit dem D. verbundene Wasserstandszeiger (Wasserstandskontrollapparate, Probierhähne) erkennen.

Die Schwankungen, welchen der Wasserstand der D. unterworfen ist, sollen auf einen gewissen Raum (Speiseraum) beschränkt bleiben. Der tiefste Wasserstand darf nicht unter die höchsten Punkte der Heizfläche (Feuerlinie) sinken, damit die Kesselwand nicht Schaden nimmt; der höchste Wasserstand darf ebenfalls eine gewisse Grenze nicht überschreiten, weil sonst leicht durch den Dampf zu viel Wasser mechanisch fortgeführt werden kann. Je größer der Speiseraum ist, desto besser eignet sich der Kessel für Fälle, wo die Dampfentnahme in längeren Perioden sehr verschieden ist.

Je plötzlicher und je häufiger dem Kessel Dampf in großen Mengen entnommen wird, desto größer hat der Dampfraum zu sein, damit möglichst trockener Dampf erzielt werde (s. Dampfsammelrohre).

Man nimmt gewöhnlich an, daß der Dampfraum wenigstens 0,4 des ganzen Kesselraums betragen solle.

Wasserröhrenkessel (s. weiter unten) erfordern einen besonderen, über den Wasserrohren angeordneten Dampfsammler.

Was den Wasserraum betrifft, so ist selber bei sehr veränderlichem Betrieb, insbesondere wenn kurze Zeit hindurch große Dampfmengen erforderlich sind, möglichst groß zu machen. Wird der Betrieb oft und auf längere Zeit unterbrochen oder muß möglichst schnell Dampf erzeugt werden, so hat man einen verhältnismäßig kleinen Wasserraum anzuordnen.

Beim Betrieb lassen sich Druckschwankungen des Kesseldampfes nicht wohl vermeiden. Die Ursache derselben ist, daß das Verhältnis der Dampfentnahme und der Wärmezufuhr nicht fortwährend gleich gehalten werden kann. Da die Verminderung des Dampfdrucks unter eine

bestimmte Grenze Störungen im Betrieb oder ungenügende Leistung der durch den Dampf betriebenen Vorrichtungen und eine nicht vorteilhafte Ausnutzung des Dampfes mit sich bringt, während die Steigerung der Dampfspannung über ein gewisses Maß die Sicherheit gefährdet, d. i. schädliche Formänderungen des Kessels selbst oder der Dampfleitungen hervorrufen könnte, so ist jeder D. mit Einrichtungen (Manometer, Sicherheitsventilen) versehen, welche die im Kessel herrschende Dampfspannung anzeigen, so daß der Kesselwärter bei gewissenhafter Beobachtung derselben im stande ist, den Betrieb des D. derart zu regeln, daß zu große Abweichungen von der normalen Dampfspannung nicht vorkommen.

Da gesättigter Dampf immer mitgerissene Wasserteilchen mit sich führt, d. h. naß ist, rücksichtlich eines ruhigen Maschinengangs und eines wirtschaftlichen Betriebs es jedoch anzustreben ist, möglichst trockenen Dampf zu verwenden, so werden zur Erreichung dieses Zwecks besondere Einrichtungen getroffen.

Die Vorrichtungen (Dampftrockner), mittels welcher man das Trocknen des Kesseldampfes bewirkt, scheiden das Wasser als solches aus (Wasserabscheider), oder es wird durch dieselben dem Dampf nachträglich noch Wärme zugeführt (Überhitzer).

Zur ersten Art sind jene auf die Kessel aufgesetzten kleineren Behälter (Dampfdome) zu rechnen, welche mit dem Dampfraum des Kessels kommunizieren und aus welchen die Dampfentnahme erfolgt.

Das Wasser, das die Wasserabscheider aus dem Dampf absondern, oder welches sich in den Leitungen durch Verdichtung bildet, wird häufig durch eigene Vorrichtungen (Kondensationswasserableiter) selbstthätig ausgeschieden und an einen bestimmten Ort geleitet.

Manchmal hat ein D. zwei oder mehrere verschiedene Vorrichtungen mit Dampf zu versorgen. Erfordern diese verschiedene Betriebsspannungen des Dampfes, so schaltet man in die Dampfzuleitungen derartiger Vorrichtungen, die mit Dampf von geringerer Spannung zu betreiben sind, eigene Dampfreduzierventile ein, durch welche eine selbstthätige Regelung der Dampfspannung erfolgt. Derlei Ventile werden ferner in Fällen benutzt, in welchen Schwankungen der Dampfspannung, die sich ja nicht ganz vermeiden lassen, schädlichen Einfluß auf den Betrieb nehmen können.

Nur ein Teil der in den Heizgasen enthaltenen Wärme kann für die Heizung der D. ausgenutzt werden, während der übrige Teil durch die abziehenden Gase fortgeführt wird. Desgleichen wird in den Dampfmaschinen nur ein Teil der Dampfwärme in mechanische Arbeit umgesetzt, während der Rest an den Abdampf gebunden bleibt. Zur weiteren Ausnützung der Wärme in solchen Fällen dienen eigene Vorrichtungen (Vorwärmer), in welchen Wasser durch die aus der Feuerung abziehenden Gase, oder durch den Auspuffdampf der Maschine erwärmt (vorgewärmt) und in diesem Zustand durch die Speiseeinrichtungen in den D. befördert wird.

Da die Speisewässer niemals vollständig rein sind, auch dann nicht, wenn dieselben vorher einem Reinigungsverfahren unterzogen wurden, so kann die Verunreinigung des D. im innern durch aus dem Wasser sich abscheidende Stoffe (Schlamm, Kesselstein) nicht gänzlich aufgehalten werden und muß nach den jeweiligen Verhältnissen nach einer längeren oder kürzeren Zeit das Kesselwasser entfernt und der D. gereinigt werden. An den D. sind daher Ablaßvorrichtungen (Ablaßhähne) und verschließbare Öffnungen (Schlammlöcher, Putzöffnungen) anzubringen, um das Kesselinnere für die Reinigung besser zugänglich zu machen.

Ungeachtet der sorgfältigsten Wartung machen sich im Kesselinnern zerstörende Einflüsse geltend, welche nach längerem Betrieb ein mehr oder minder starkes Zerfressen der Bleche bewirken. Es ist darum nötig, sich von Zeit zu Zeit die Überzeugung zu verschaffen, ob die Wandungen nicht schon so stark gelitten haben, daß hierdurch die Sicherheit gefährdet erschiene. Aus diesem Grund sind bei größeren Kesseln verschließbare Öffnungen (Mannlöcher) von einer Weite angebracht, daß ein Arbeiter durch dieselben in den D. einsteigen (den D. befahren) kann.

Die Ausrüstung der Kessel mit Feuerthür, Rost, Rauchkammerthür und Zugabsperrvorrichtungen, Aschenkasten (Aschenfall) wird seine grobe, die Ausrüstung mittels der Sicherheitsventile, des Dampfregulators, der Speisevorrichtungen, der Ablaßhähne, Wasserstandsapparate, Probierwechsel, Manometer wird die feine Armatur des Kessels genannt. Näheres über diese Bestandteile siehe die betreffenden Artikel.

Der Größe nach werden die D. in Großkessel, Kleinkessel und Zwergkessel eingeteilt.

Nach dem österr. Dampfkesselgesetze sind:

Großkessel solche, deren Durchmesser oder Rauminhalt bei Vollfüllung bis zur gesetzlichen Wasserstandsmarke, oder deren Dampfdruck die für Kleinkessel angegebenen höchsten Ausmaße überschreitet.

Kleinkessel sind jene, deren Durchmesser 1,2 m, deren Wasserraum (bis zur gesetzlichen Marke) 1,0 m³ und deren Dampfdruck 6 at nicht übersteigt.

Zwergkessel sind solche, deren Durchmesser 0,8 m, deren Wasserinhalt bei Vollfüllung bis zur gesetzlichen Wasserstandsmarke 0,5 m³ und deren Dampfdruck 4 at nicht überschreitet.

Über die Bedingungen, unter denen diese drei Arten von Kesseln aufgestellt werden dürfen, siehe weiter unten.

Was die Bauart der D. betrifft, so werden in den amtlichen Erhebungen Deutschlands nachstehende acht gesonderte Kesselbauarten unterschieden:

1. Einfache Walzenkessel, Fig. 504, meistens liegend, hie und da stehend angeordnet.

2. Walzenkessel mit einem oder mehreren Siedern, Fig. 505.

3. Engröhrige Wasserrohrkessel. Fig. 506 Howards, Fig. 507 Roots, Fig. 508 Bellevilles Art der Anbringung der Wasserröhren.

4. Flammrohrkessel, Fig. 509. Man versieht einen Kessel entweder mit einem einzigen Flammrohr (Cornischer-, Cornwall-Kessel) oder mit deren zweien (Lancashire-Kessel).

5. Flammrohrkessel mit Quersiedern, auch Galloway-Kessel genannt. Fig. 510.

6. Feuerröhrenkessel ohne Feuerbüchse, Fig. 511.

7. Feuerbüchsenkessel mit Feuerröhren, Fig. 512 und 513. (Fig. 513 stellt die Type der gewöhnlichen Lokomotivkessel dar.)

8. Feuerbüchsenkessel mit Wasserröhren, und zwar Kessel mit Field'schen Röhren, Fig. 514, Kessel mit weiten Quersiedern, Fig. 515, solche mit engen Quersiedern, Fig. 516.

Es giebt übrigens auch zahlreiche Kesselausführungen, welche keiner der obangeführten Kesselbauarten vollständig entsprechen und deren einzelne Teile verschiedenen Bauarten entnommen sind.

In einer Anzahl von Fällen, in welchen der Dampf für den Antrieb von Kraftmaschinen verwendet wird, ist mit dem Antrieb der Maschine regelmäßig eine gleichzeitig währende Ortsveränderung des D. (Lokomotivkessel, Schiffskessel, D. für Dampfschiebbühnen, Dampfkrahne u. s. w.) verbunden; in allen übrigen Fällen der Verwendung von D. wird durch die Verwendung des Dampfes für den bestimmten Zweck eine solche Ortsveränderung des D. nicht bewirkt. Hierbei läßt sich weiter unterscheiden, ob dem D. ein für allemal ein bestimmter Aufstellungsort und eine dementsprechende Bauart und Aufstellungsanlage gegeben wurde (Stabil-Stationärkessel), oder ob hierbei auf die Erleichterung einer möglicherweise erforderlich werdenden Veränderung des Aufstellungsorts von vorneherein Bedacht genommen wurde (Halbstabilkessel, Lokomobilkessel).

Nachstehend sollen von den im Eisenbahnbetrieb zur Verwendung kommenden D. zunächst die Lokomotivkessel und dann die D. für andere Verwendungszwecke abgehandelt werden.

II. Lokomotivkessel. Die Bedingung, bei thunlichster Ausnutzung des vorhandenen beschränkten Raums eine bedeutende Dampferzeugung zu ermöglichen, führte bezüglich der D. für Lokomotiven (Lokomotivkessel) zum Bau der Röhrenkessel.

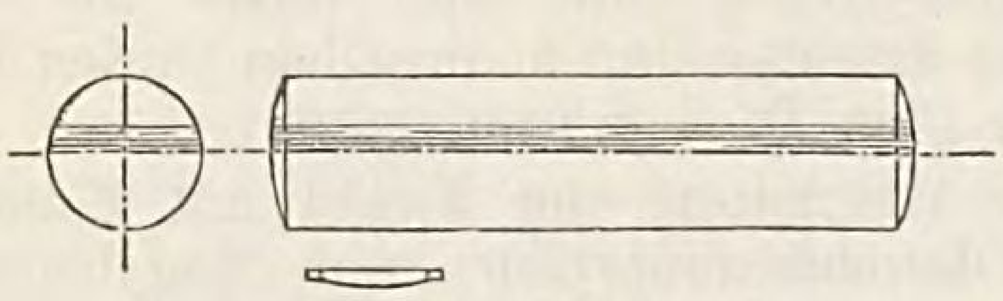


Fig. 504.

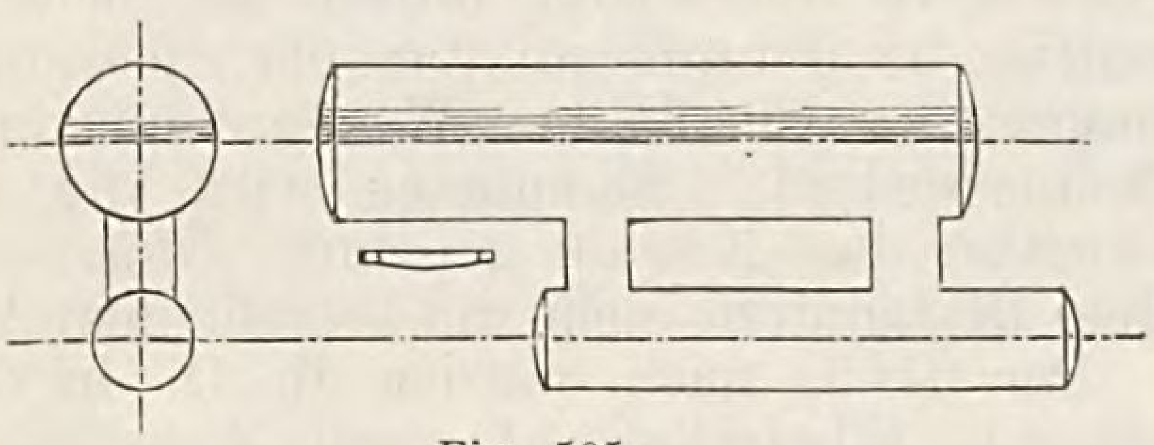


Fig. 505.

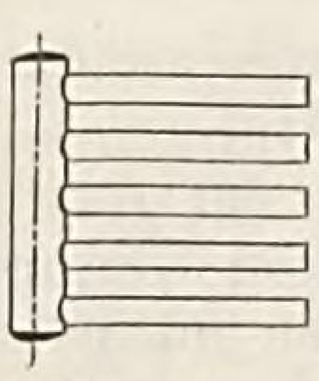


Fig. 506.

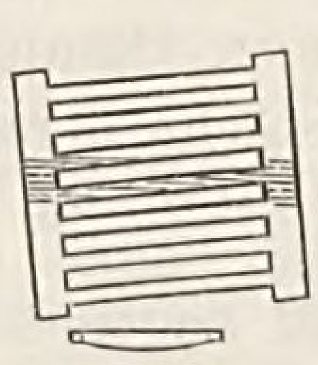


Fig. 507.

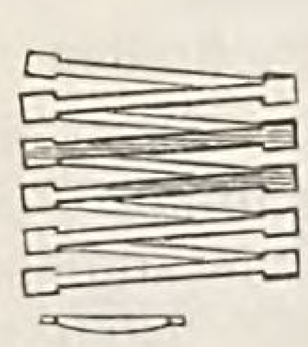


Fig. 508.

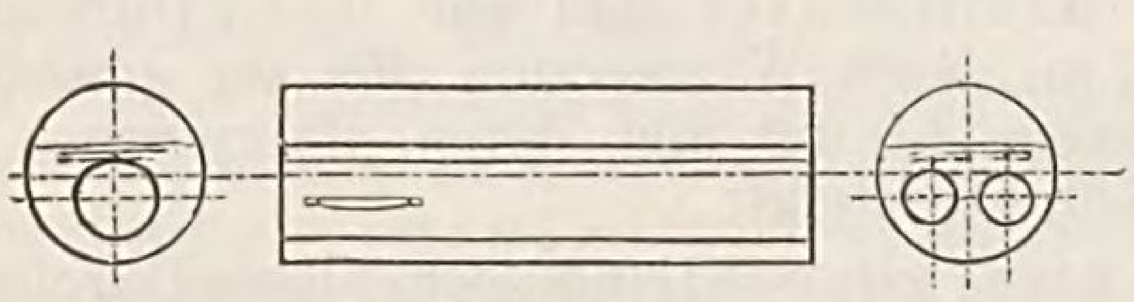


Fig. 509.

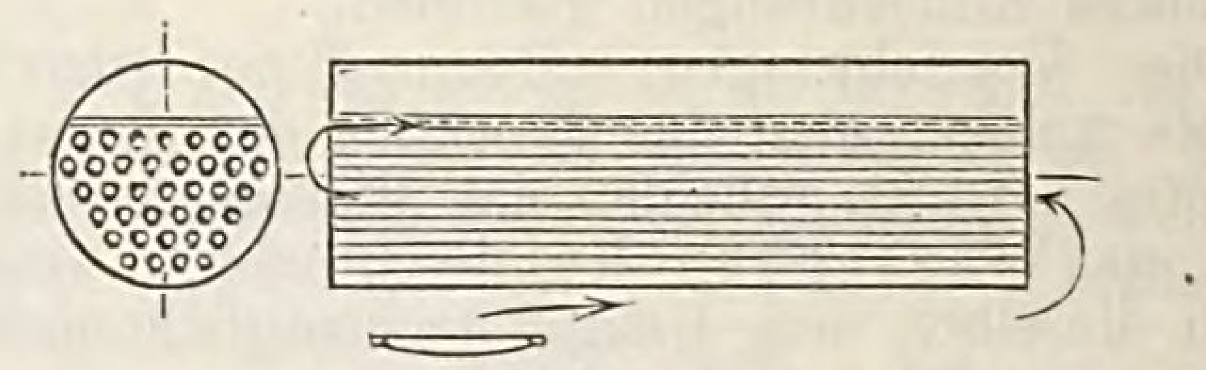


Fig. 511.

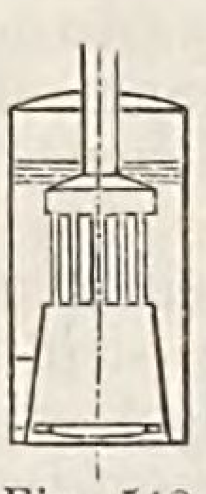


Fig. 512.

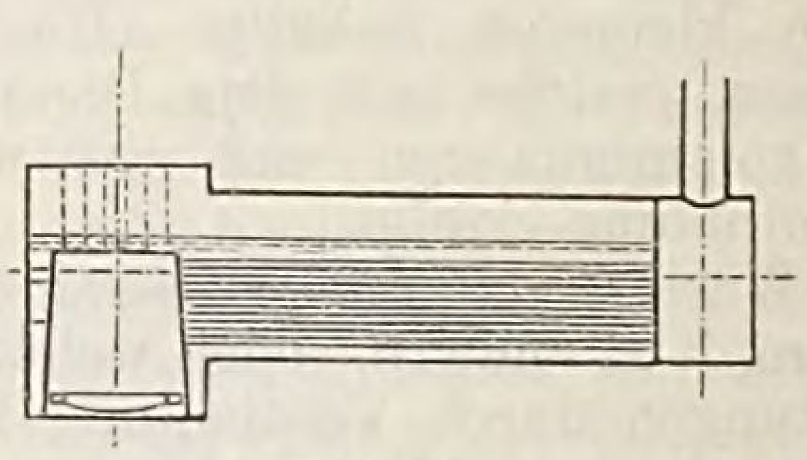


Fig. 513.

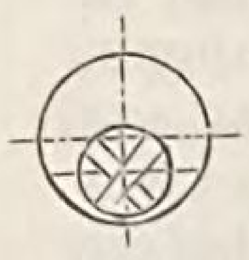


Fig. 510.

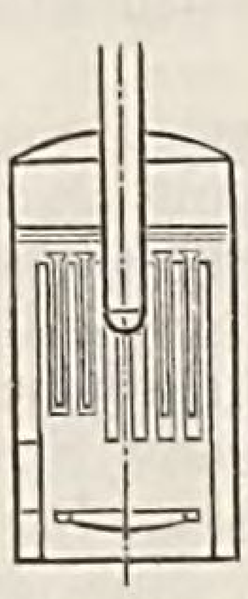


Fig. 514.

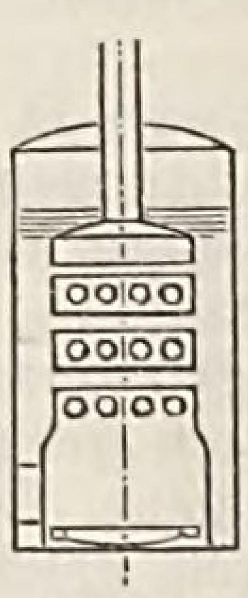


Fig. 516.

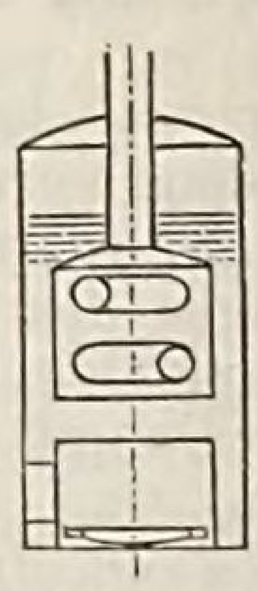


Fig. 515.

Bei diesen D. werden die Heizgase durch eine größere Anzahl von Feuerzügen (Feuerröhren) geleitet, welche vom Kesselwasser umgeben sind.

Wiewohl neuerer Zeit D. für Lokomotiven zur Ausführung gekommen sind, welche — besonderen Bedürfnissen entsprechend — sich von der Bauart der sonst allgemein verwendeten Röhrenkessel wesentlich unterscheiden, so werden in dem Nachfolgenden unter Lokomotivkesseln doch nur die letzteren verstanden, während die erwähnten Specialkessel (z. B. Natronkessel) später abgesondert behandelt werden.

Von den nur vereinzelt zur Anwendung gekommenen stehenden Kesseln abgesehen, sind die Lokomotivkessel zumeist liegende Kessel. Die Bauart von solchen D., in je einer der neueren, in Europa und Amerika angewendeten Typen ist auf Tafel XIII dargestellt und soll nachstehend näher erörtert werden.

Diese Lokomotivkessel bestehen aus den folgenden Teilen:

dem Stehkessel (Tafel XIII, I),
dem Langkessel (Tafel XIII, II),
der Rauchkammer nebst Blasrohr und Kamin (Tafel XIII, III),
der Ausrüstung.

Der Stehkessel besteht aus dem Feuerbüchsmantel (äußere Feuerkiste) und der Feuerbüchse (innere Feuerkiste, Firebox), welche in ersteren schachtelartig eingebaut ist.

Die äußere und innere Feuerkiste sind am unteren Rande miteinander dampfdicht verbunden. Dies geschieht entweder durch ein starkes, schmiedeisernes Barreneisen (Fußring, Fireboxkranz, Tafel XIII, I, Nr. 15) oder durch Winkel, oder endlich durch unmittelbare Verbindung des entsprechend abgebogenen unteren Teils der inneren Feuerkiste mit dem Feuerbüchsmantel.

Der lichte Abstand der äußeren und inneren Feuerkistenwände voneinander beträgt unten etwa 60 mm, oben gewöhnlich 90 mm; die Er-

weiterung nach oben hat den Zweck, das Aufsteigen der Dampfblasen zu erleichtern.

Die Vorderwand der Feuerbüchse (Rohrwand, Tafel XIII, I, Nr. 2) ist mit Löchern (Rohrlöcher) versehen, in welche die Feuerröhren (Tafel XIII, II Nr. 19) eingesteckt sind. Die Vorderwand der äußeren Feuerkiste (Krebswand, Tafel XIII, I Nr. 10) besitzt eine kreisförmige Öffnung zur Verbindung des Innenraums des Stehkessels mit jenem des cylindrischen Langkessels (s. d.). Die Krebswand ist derart geformt, daß sie sich einerseits dem Querschnitt der äußeren Feuerkiste, andererseits dem des Langkessels anschmiegt.

An der Rückseite der Feuerkiste ist in den Wänden der inneren und äußeren Feuerkiste eine mit einer Thür verschließbare Öffnung (Feuerthür, Heizthür) angebracht, welche zur Beschickung des Rostes dient und die mit einem zwischen den Wänden liegenden ringförmigen, schmiedeisernen Barreneisen (Taf. XIII, I Nr. 8) abgedichtet ist.

Die Heizthüröffnung erhält eine ovale, kreisförmige oder viereckige Form und ist derart bemessen, daß die Beschickung des Rostes bequem vorsichgehen kann, und wird auch Rück-

Die gegenüberliegenden Wände der äußeren und inneren Feuerkiste werden miteinander durch Stehbolzen (Taf. XIII, I Nr. 4) verschraubt. Diese Stehbolzen sind in ihrer Mitte der ganzen Länge nach durchbohrt oder nur an beiden Seiten angebohrt, um durch das austretende Wasser gerissene Bolzen erkennen zu können.

Je nach der Wandstärke der Bleche und der Größe der Dampfspannung sind die Stehbolzen etwa 100—110 mm in meist quadratischer Teilung voneinander entfernt.

Zur Sicherung der Feuerkistendecke wird in neuerer Zeit fast allgemein die Decke der Feuerbüchse und des Stehkesselmantels durch Stehbolzen verbunden, während die ältere Konstruktion, bestehend in eigenen Anker- oder Versteifungsbarren (s. Taf. XIII, II Nr. 50), die bei kurzen Feuerbüchsen in der Richtung der Kesselachse, bei langen Feuerbüchsen senkrecht darauf gelegt wurden, gegenwärtig nur seltener und zumeist nur bei kleineren Lokomotiven, sowie bei Lokomobilen angewendet werden.

Die oberen Teile der Feuerkistenhinter- (Taf. XIII, I Nr. 3, 11) und Seitenwände sind überdies der Länge und der Quere nach

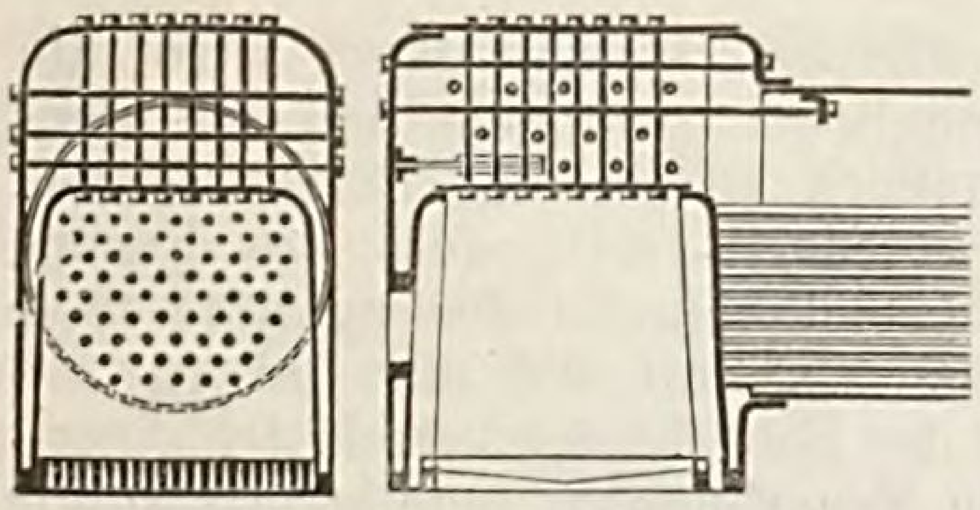


Fig. 517.

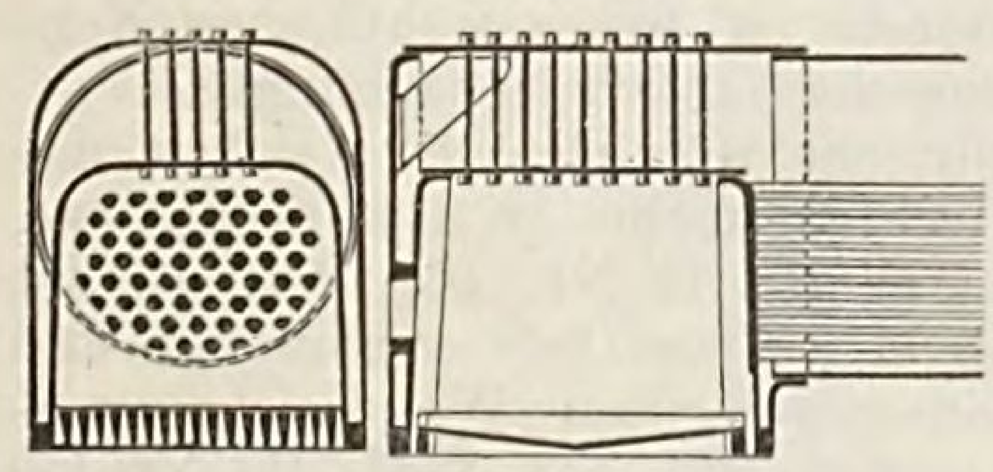


Fig. 518.

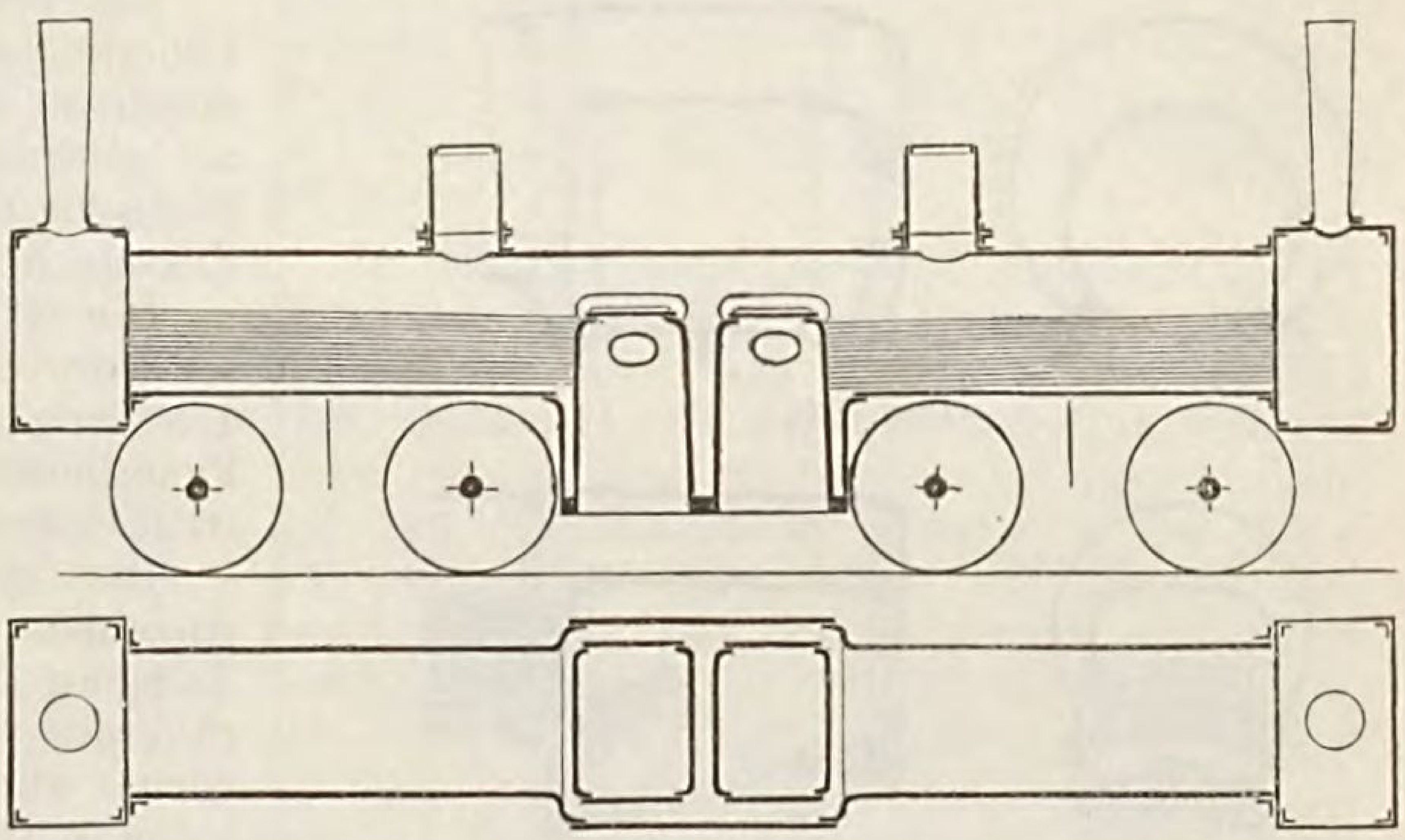


Fig. 519.

sicht genommen, daß die Heizthüröffnung als Mannloch das Befahren der Feuerbüchse ermöglicht.

Die Feuerbüchse ist zumeist aus ebenen Wänden und ebener Decke (Plafond, Tafel XIII, I) hergestellt. Bildet der obere Teil des Mantels die unmittelbare Fortsetzung des cylindrischen Kessels, so wird die äußere Feuerkiste eine glatte genannt; überragt dagegen der Mantel den Cylinderkessel, so nennt man sie überhöhte Feuerkiste. Um bei Bahnen mit großen Steigungen den Dampfraum des Kessels möglichst konstant zu erhalten, wird häufig die Feuerbüchsdecke geneigt gelegt.

Der Feuerbüchsmantel ist oben entweder mit einer ebenen Decke (System Belpaire, Fig. 517, System Becker, Fig. 518) oder mit gewölbter Decke (Taf. XIII, I Nr. 9) abgeschlossen.

Es werden auch zwei vollkommen getrennte Feuerbüchsen unter einem gemeinsamen Mantel vereinigt (System Fairly, Fig. 519).

Alle diese Konstruktionen der Feuerkisten mit ebenen Wänden und Decken bedingen selbst bei gewölbter Manteldecke zahlreiche Sicherungen (Verankerungen, Versteifungen) gegen Formveränderungen der Bleche durch den Dampfdruck.

verankert (Taf. XIII, I Nr. 12) und mittels Blechen und Winkeln versteift.

Die Feuerbüchsrohrwand, deren unterer Teil durch Stehbolzen mit der Krebswand verankert ist, wird durch die sogenannten Stehbolzenpratzen (Taf. XIII, I Nr. 13) und Ankerstehbolzen an den cylindrischen Langkessel angeheftet. Diese Pratzen werden ziemlich lang gemacht, damit die Ankerbolzen den Verschiebungen der Feuerbüchsen leicht folgen können.

Die Verankerungen machen nicht nur den Bau und die Erhaltung der Feuerbüchsen kostspielig, sondern haben auch durch häufige Reparaturen Störungen im Betrieb zur Folge, weshalb man bestrebt ist, die Verankerung möglichst durch Anwendung anderer Konstruktionen entbehrlich zu machen.

Hierher gehören die Feuerbüchsen mit gewölbter Decke (System Maey und Haswell, Fig. 520) aus Wellblech hergestellt, worüber ein gewölbter Feuerbüchsmantel steht, dann jene Konstruktionen, bei denen Feuerbüchse und Mantel excentrisch ineinander gestellte Cylinderabschnitte bilden (System Kaselowski, Fig. 521).

In neuester Zeit hat Pohlinger, und nach diesem Lentz eine Feuerkiste mit vollem

cylindrischem Mantel und centrisch angeordneter Wellrohrbüchse konstruiert, über welche Konstruktion Erfahrungen jedoch noch ausstehen.

Bei den mit einem Fußring abgeschlossenen Feuerkisten sind an diesem die Träger (Rostträger) befestigt, auf welchen der Rost (s. d.) gelagert ist; bei Wellrohrfeuerbüchsen hat der Rost im Wellrohr seinen Sitz.

Um eine bessere Rauchverzehrung zu erzielen, werden in die Feuerbüchsen Chamottebögen eingebaut. (System Nepilly, Fig. 522.)

Solche Chamottebögen sind namentlich in England und Deutschland, weniger allgemein in Österreich in Gebrauch, und haben den Zweck, einen Teil der Heizwärme der Kohle

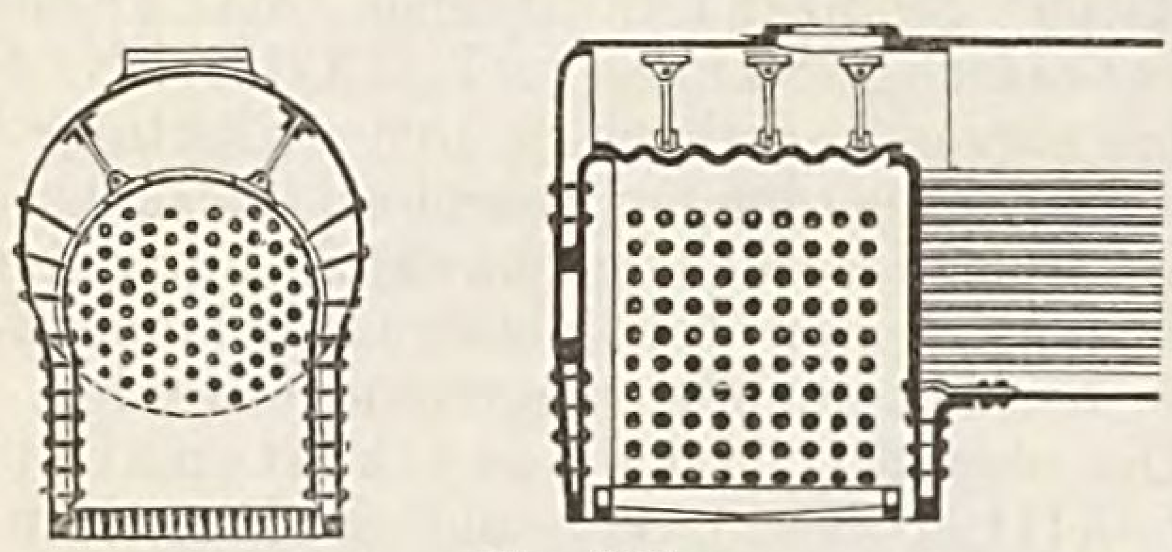


Fig. 520.

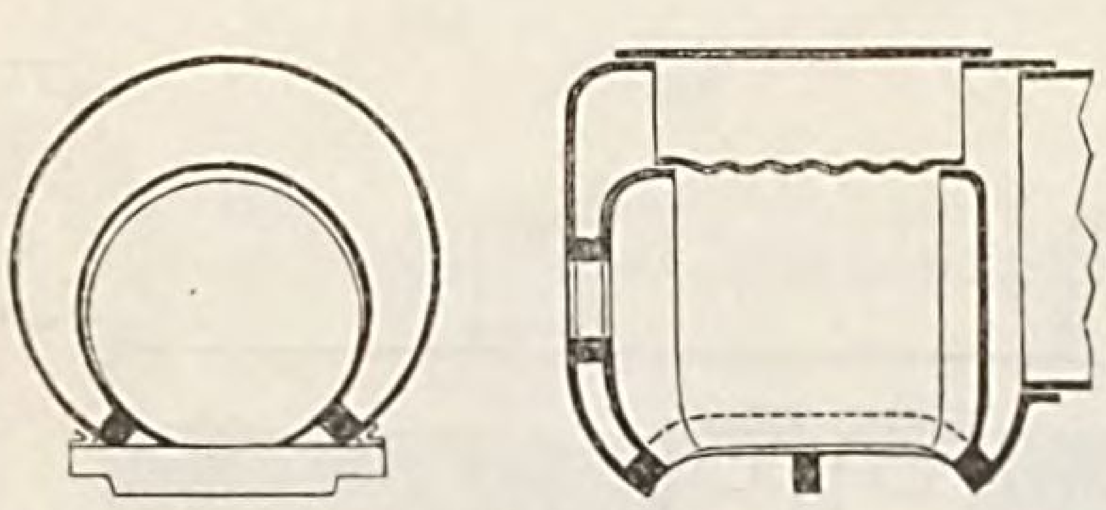


Fig. 521.

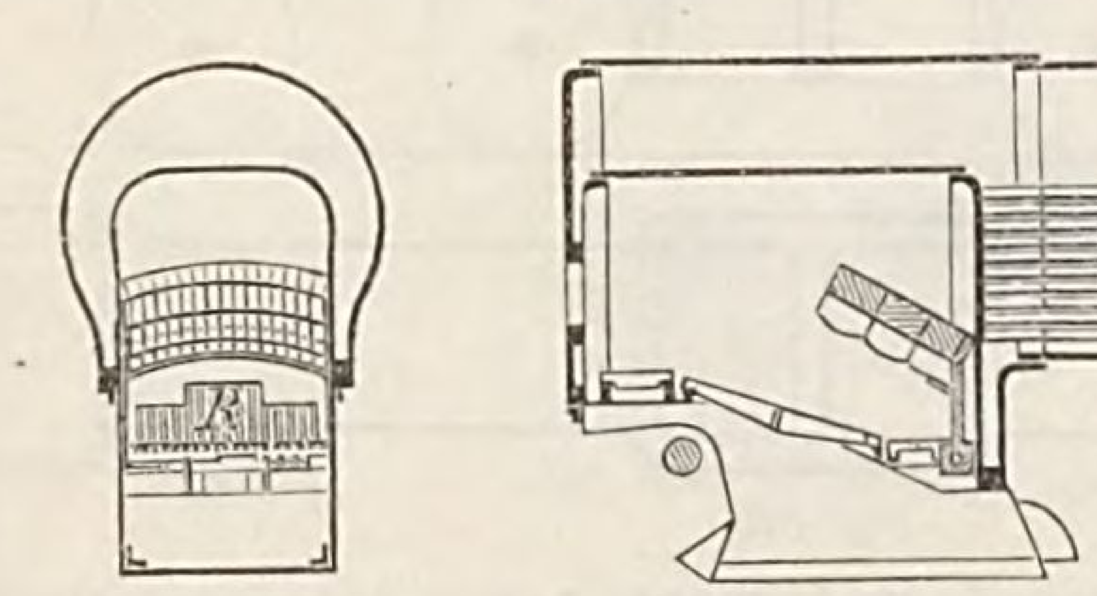


Fig. 522.

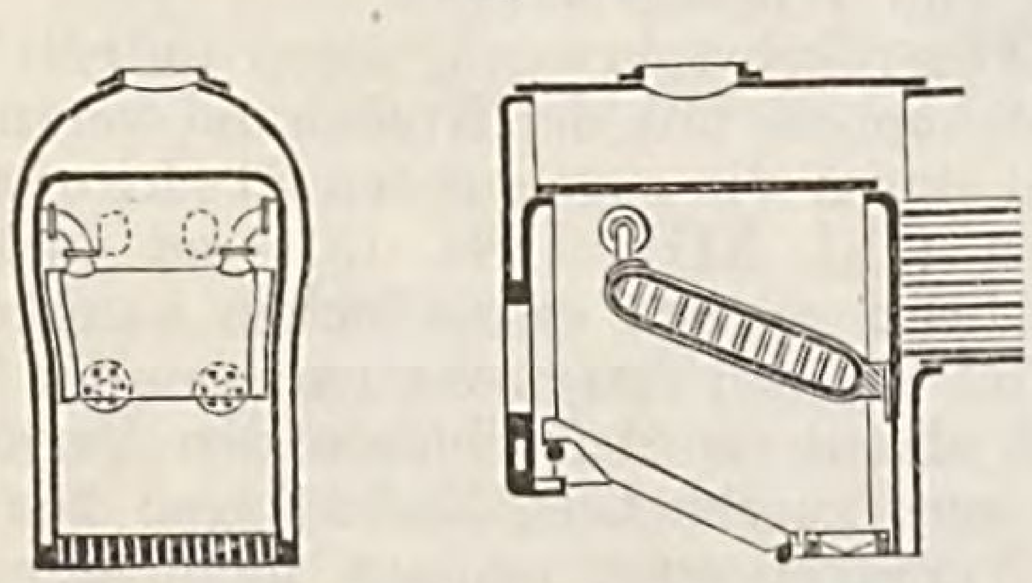


Fig. 523.

aufzuspeichern und an die vorüberziehenden unverbrannten Rauchgase abzugeben, während diese sich gleichzeitig mit (durch einen Schlitz in der Feuerthür zugeführter) Luft vermischen.

In der gleichen Absicht wurde die Feuerbüchse verschiedenartig unterteilt (System Tenbrink, Fig. 523, sowie dessen Varianten).

Zu erwähnen ist ferner der von Verderber ausgeführte Kessel, bei welchem der Langkessel durch die hintere Rohrwand abgeschlossen ist, der Stehkessel also ganz fehlt und an dessen Stelle eine aus Chamottemauerwerk bestehende und mit Blech umkleidete Vorfeuerung vorhanden ist.

Endlich ist noch die neueste Kesselkonstruktion der schwedischen Staatsbahnen (System Almgren, Fig. 524) zu erwähnen, bei welcher nur die Seiten- und die Hinterwände bis zur Höhe der seitlichen Abrundungen mit Chamotte ausgefüttert sind, die Rohrwand, die Feuerbüchsdecke und der oberste Teil der Seitenwände und der Hinterwand jedoch der unmittelbaren Einwirkung des Feuers ausgesetzt bleiben.

Für die Größe der Feuerbüchse ist vorerst die aus der Gesamtanlage gerechnete Rostfläche und die Art des zu verwendenden Brennmaterials maßgebend; weiters werden sonstige allgemeine Konstruktionsverhältnisse die Wahl der Maße beeinflussen.

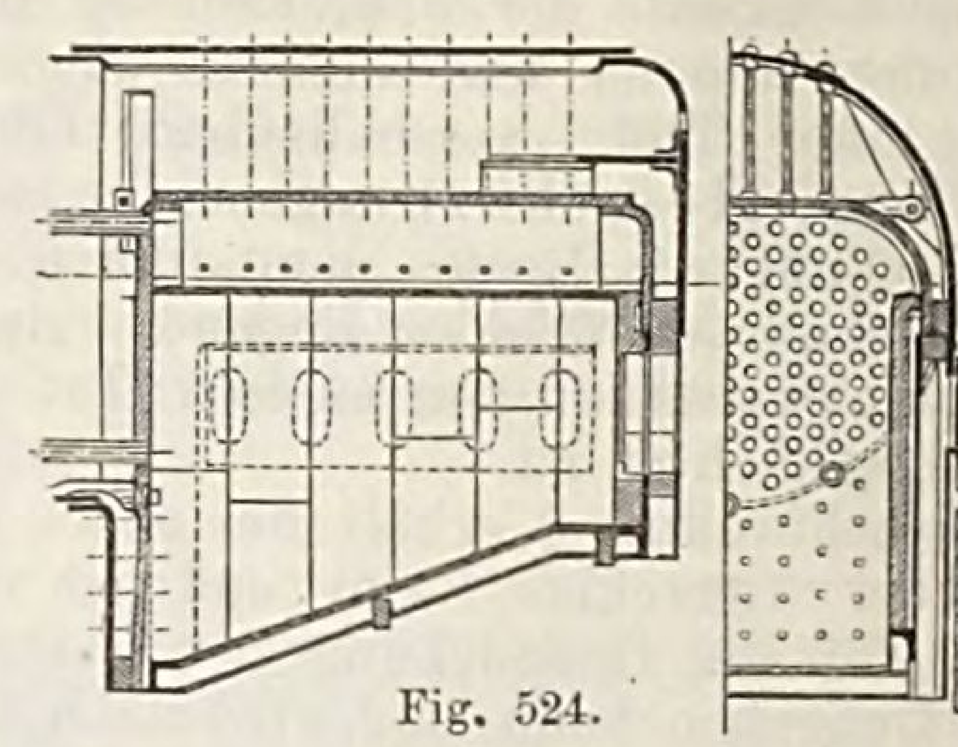


Fig. 524.

Bei sonst gleichen Verhältnissen wird die Feuerbüchse möglichst groß gehalten, um hierdurch an Wandfläche (direkter Heizfläche) zu gewinnen; jedoch soll sich die Feuerbüchsoberkante dem Scheitel des cylindrischen Kessels höchstens bis auf 400 mm nähern.

Die Größe des Feuerbüchsmantels ist einerseits durch die Feuerbüchse, andererseits durch den Langkessel bestimmt; die untere Breite des Feuerbüchsmantels ist bei gewöhnlichen Konstruktionen von der Gleisweite abhängig.

Der cylindrische Langkessel, welcher aus einzelnen Blechtrommeln (Kesselschüsse, Zargen, Taf. XIII, II Nr. 16) besteht, ist rückwärts mit der Feuerkiste verbunden und vorne mit einer gelochten Wand (Rauchkammerrohrwand, Taf. XIII, III Nr. 17) abgeschlossen. Die Rauchkammerrohrwand ist zuweilen schräge gestellt (System Maey, Fig. 525), um ein leichtes Austreten der Heizgase zu erzielen. Zur Versteifung der Rauchkammerrohrwand sind von dieser bis zur Kesselwandung reichende, mit Winkeln versteifte Bleche (Versteifungswinkel) angebracht; ferner sind die Kesselöffnungen durch breite, flache, vernietete Blechringe verstärkt. Am Langkessel ist eine kuppelartige Erhöhung (Dom, Taf. XIII, II Nr. 18) angebracht, welche zur Vergrößerung des Dampfraums und als Dampfsammler dient. Hinter dem Dom ist häufig noch eine Öffnung oben am Kessel vorhanden, auf welche eine Schale aufgesetzt ist, die zum Füllen des Lokomotivkessels vor Inbetriebsetzung desselben dient (Füllschale, Taf. XIII, II, *i*) und mit einem Ventil (Füllschalenventil, Taf. XIII, II Nr. 45) zu schließen ist.

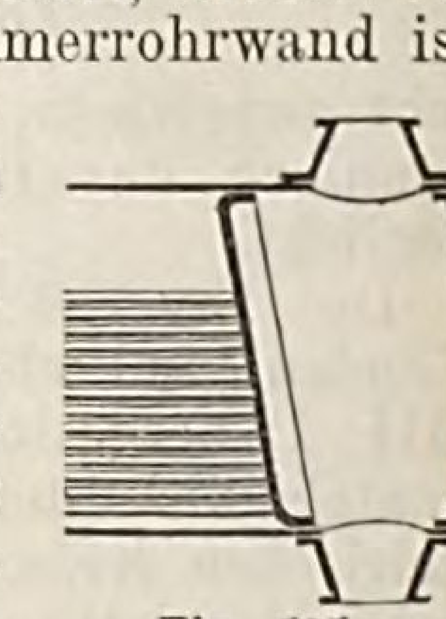


Fig. 525.

Durch die Rohrlöcher der Feuerbüchs- und Rauchkammerrohrwände sind gegen vorne zu etwas ansteigende Rohre (Feuerrohre, Taf. XIII, II Nr. 19) gelegt, welche als Feuerzüge dienen.

Hierdurch wird eine möglichst große Heizfläche und dadurch eine rasche Dampferzeugung herbeigeführt, da das Wasser in dünne Schichten geteilt und eine bedeutende Berührungsfläche zwischen diesem und den durchziehenden Feuergasen, bezw. den Feuerrohrflächen geschaffen wird.

Die Rohrheizfläche bildet in Verbindung mit dem Blasrohr (s. d.) eine vorzügliche Einrichtung, die Leistungsfähigkeit des Lokomotivkessels den jeweiligen Anforderungen anzupassen, und geschieht diese Anpassung, eine hinlängliche Beschickung des Rostes vorausgesetzt, ganz und gar selbstthätig, da die angesaugte Luftmenge der ausgepufften Dampfmenge proportional ist.

Die Feuerrohre werden gewöhnlich derart angeordnet, daß die Rohrlochmittelpunkte je dreier Nachbarrohre verbunden, ein gleichseitiges Dreieck von 60—70 mm Seitenlänge bilden, dessen eine Seite vertikal steht. Durch diese Anordnung wird das Aufsteigen der Dampfblasen im Wasserkörper erleichtert.

Die Zahl der Feuerrohre richtet sich einerseits nach der benötigten Feuerfläche, dem benutzten Adhäsionsgewicht und dem zulässigen Kesseldurchmesser, andererseits nach dem Durchmesser der Rohre selbst.

Im allgemeinen soll die Zahl der Rohre, welche je nach dem Durchmesser des Langkessels zwischen 150 und 280 schwankt, thunlichst groß genommen werden, da hierdurch eine raschere Dampfentwicklung ermöglicht wird, als in dem Fall, in welchem eine gleich große Rohrheizfläche durch längere Rohre, in geringerer Zahl, gebildet wird. Da nämlich die Heizgase sich auf ihrem Weg immer mehr und mehr abkühlen, so verdampft die Rohrheizfläche um so weniger Wasser, je weiter sie von der Feuerbüchse entfernt liegt. Dies hat zur Folge, daß eine Vergrößerung der Heizfläche durch übermäßige Verlängerung der Rohre auf die Verdampfung fast gar keine Wirkung hat, daher eine stärkere Verdampfung hauptsächlich durch Vermehrung der Rohre selbst zu erzielen ist.

Der äußere Rohrdurchmesser beträgt bei den gewöhnlichen Wandstärken der Rohre von 2 bis 3 mm, 40 bis 52 mm, die Länge der Rohre 4 bis 5 m.

Für Lokomotiven, bei welchen zur Erreichung einer großen Zugkraft ein bedeutendes Adhäsionsgewicht erforderlich ist, nimmt man lange Rohre; da in diesem Fall die Geschwindigkeit gering ist, wird mit den langen Rohren der Vorteil einer guten Ausnutzung des Brennstoffs erreicht. Bei Lokomotiven von großer Geschwindigkeit und kleinerer Zugkraft, welche dementsprechend ein geringeres Adhäsionsgewicht beanspruchen, wird man den Kessel mit kurzen aber zahlreichen Rohren anordnen.

Unter 4 m herabzugehen, ist nur dort zulässig, wo man um jeden Preis das Gewicht des Kessels herabziehen muß.

Der größte zulässige Durchmesser des Langkessels ist von der Lage der höchsten Punkte der Räder, zwischen welchen der Kessel gelagert ist, und von der Höhenlage des letzteren über den Schienen abhängig. Die bis jetzt ausgeführte größte Höhenlage der Lokomotivkessel beträgt, beispielsweise bei den im Jahr 1885 erbauten, mit vorderer Laufachse und Innencylindern versehenen sechsfach gekuppelten Lokomotiven der belgischen Staatsbahnen 2370 mm; den größten Lokomotivkesseldurchmesser dürfte (s. Organ für d. Fortschr. d. E. 1886) die von Baldwins Locomotiv Works gelieferte Berglokomotive der Dom Pedro II. Bahn (1600 mm Spurweite) haben. Derselbe beträgt bei 15 mm Blechstärke 1625 mm.

An den Langkessel, gewöhnlich durch dessen cylindrische Verlängerung gebildet, vorne durch eine senkrechte Wand abgeschlossen, schließt sich die Rauchkammer (Rauchkasten, Taf. XIII, III, Nr. 20) an.

Wegen ihres größeren Querschnitts gegenüber den Feuerröhren vermindert sich in der Rauchkammer die Geschwindigkeit der Heizgase, wodurch ein Teil der mitgerissenen Kohlenteilchen auf den Boden fällt. Damit die unteren Reihen der Feuerröhren durch dieses Kohlenklein nicht verdeckt werden, muß der Boden der Rauchkammer in einem entsprechenden Abstand von der untersten Rohrreihe angebracht werden.

Selbe trägt vorne einen großen, das ganze Rohrbild umfassenden, mit einer Thür (Rauchkammerthür, Taf. XIII, III, Nr. 21) verschließbaren Ausschnitt, um bei Zusammensetzung (Montierung) und Ausbesserungen die Feuerröhren einziehen, bezw. herausnehmen und diese sowie die Rauchkammer reinigen zu können.

In der Rauchkammer sind ungefähr in der Mitte der Decke und des Bodens Ausschnitte angebracht; über dem oberen ist der Kamin (Taf. XIII, III, Nr. 24, s. d.) befestigt, während unter dem unteren ein trichterförmiger Aschenfall mit verschließbaren Schiebern, der Ausputztrichter (Taf. XIII, III, Nr. 25) angeschraubt ist. Die Länge der Rauchkammer beträgt gewöhnlich zwei Drittel des Kesseldurchmessers. Zur Erzielung ruhigeren Feuers, sowie zur Hintanhaltung des Funkenflugs werden in neuerer Zeit die Rauchkammern beträchtlich länger ausgeführt (verlängerte Rauchkammer, amerikanische Rauchkammer), wobei die Mittellinie des Kamins möglichst nahe an die Rauchkammerrohrwand gerückt wird.

Für den betriebsfähigen Zustand eines Lokomotivkessels ist eine gewisse Ausrüstung erforderlich.

Diese Kesselausrüstung läßt sich unterscheiden in:

a) Die vorgeschriebene Ausrüstung, bestehend aus:

1. Speisevorrichtungen (Taf. XIII, I, *a*), (Pumpen, Injektoren, Taf. XIII, I, Nr. 28), mit Rohrleitung (Taf. XIII, I, II, Nr. 27, 29) und Speiskopf (Taf. XIII, II, Nr. 30),

2. Wasserstandszeigern (Taf. XIII, I, *b*) (Wasserstandsglas, Taf. XIII, I, Nr. 31, Probierwechsel, Taf. XIII, I, Nr. 32),

3. Dampfdruckzeigern (Taf. XIII, I *d*, II *c*) (Manometer, Taf. XIII, I, Nr. 37, Sicherheitsventile, Taf. XIII, II, Nr. 33 bis 36);

b) die sonstige Ausrüstung, umfassend:

1. Füllschale (Taf. XIII, II, Nr. 45),

2. Regulator (Taf. XIII, II, *k*, Nr. 46 bis 49),

3. Armaturenkopf,

4. Verschlüsse für Reinigungsöffnungen

(Putzschraube, Luckendeckel, Mannlochdeckel etc., Taf. XIII, I, Nr. 44),

5. Ablaßhahn (Taf. XIII, I, Nr. 43),

6. Dampfzulaßventile (Taf. XIII, I, Nr. 26);

7. Dampfpfeife (Taf. XIII, I, *e*, Nr. 38, 39);

c) die Heizgarnitur, bestehend aus:

1. Feuerthür samt Schirm (Taf. XIII, I, Nr. 6, 7),

2. Rost (Tafel XIII, I, Nr. 14),

3. Aschkasten (Taf. XIII, I, *f*, Nr. 40, 41),

4. Schornstein (Taf. XIII, III, Nr. 24),

5. Blasrohr (Taf. XIII, III, Nr. 22),

6. Hilfsblasrohr (Schnelldampfer, Tafel XIII, III, Nr. 23),

7. Aschkastenspritzwechsel (Tafel XIII, I, Nr. 41 *a*),

8. Rauchkammerspritzwechsel (Tafel XIII, III, Nr. 42 *a*),

9. Rauchkammerputztrichter (Tafel XIII, I, Nr. 15).

Über die einzelnen angeführten Ausrüstungsstücke s. die besonderen Artikel.

Außerdem sei noch folgendes bemerkt:

An der Rückwand des Feuerbüchsmantels sind Marken angebracht, welche den erlaubten niedrigsten Wasserstand und die Höhenlage der Feuerbüchsoberkante bezeichnen.

Zum Manometer (Dampfdruckmesser) gehört ein Wechsel mit Kreuzbohrung und Gewindstutzen mit $^3/_4$ engl. Zoll Muttergewinde (letzteres zum Aufsetzen des Kontrollmanometers).

Der Dampfdruck, für welchen der D. konzessioniert ist, muß an diesem angegeben erscheinen.

An dem Kessel sind ferner verschiedene Ventile oder Hähne angebracht, welche je nach ihrer Verwendung konstruiert und bezeichnet werden.

Außer den schon genannten wären hier z. B. noch anzuführen:

Ventile oder Hähne für Bremsen, Dampfheizung, Pulsometer, Dampfsandstreuapparate etc.

Bei neueren Lokomotivkesseln sind alle Wechsel und Ventile, welche zur Dampfentnahme dienen, an einem auf der Manteldecke der Feuerbüchse aufgesetzten Gußstück aus Eisen (Armaturenkopf) angebracht.

Schließlich ist noch zu bemerken, daß die Feuerkiste und der Langkessel mit einer etwa 30—50 mm vom Kessel entfernten Verschalung (Kesselverschalung) umgeben sind.

Selbe hat den Zweck, die durch Wärmestrahlung und Wärmeableitung entstehenden Wärmeverluste herabzumindern; die Verschalung muß demnach so beschaffen sein, daß die zwischen Kessel und Verschalungsblech eingeschlossene Luft wirklich ruht, daher die Verschalung an keiner Stelle offen sein darf, um nirgends einen Luftdurchzug zu gestatten.

Besondere Bedürfnisse führten zu den Konstruktionen der feuerlosen Lokomotivkessel.

Hierher gehört der feuerlose Lokomotivkessel von Franck-Lamm, welcher aus einem einfachen cylindrischen Langkessel ohne Feuerung besteht, der erst zu $^3/_4$ seines Durchmessers mit Wasser von etwa 200° gefüllt wird und dann den hieraus entwickelten Dampf ohne Nachfeuerung abgibt. Ein selbstthätiges Reduktionsventil bewirkt, daß der anfänglich 15 at betragende Dampfdruck auf 7 at abgespannt wird. Der Dampf kommt im Dampfcylinder anfänglich mit höchstens $^1/_3$ Füllung zur Verwendung. Beim Sinken des Dampfdrucks unter 7 at wird die Cylinderfüllung allmählich vergrößert, so daß schließlich bei 4 at mit ganzer Füllung gearbeitet wird.

Da der Vorrat an Dampf bald erschöpft ist und der Dampfkessel nach kurzer Zeit wieder gefüllt werden muß, eignen sich diese Lokomotiven nur zum Betrieb kurzer Strecken.

Eine diesen Lokomotiven im Wesen ähnliche ist die beim Bau des Arlbergtunnels verwendet gewesene feuerlose Lokomotive, bei welcher jedoch im Gegensatz zu System Franck die Erhitzung des Wassers und die Bildung des Dampfes im Kessel selbst erfolgte und nur die Feuerung während ihrer Verwendung im Tunnel selbst unterblieb; der hierbei verwendete Kessel war ein besonders langer cylindrischer Langkessel.

Vollständig abweichend von den bis nun behandelten ist der ebenfalls feuerlose Lokomotivkessel der Honigmann'schen Natronlokomotiven. Diese lassen eine längere Betriebsdauer zu. Sie tragen einen kupfernen Kessel, der (s. Fig. 526) aus zwei übereinander gelagerten Gefäßen besteht. In den oberen Kessel wird Wasser von etwa 150° gebracht, bezw. dasselbe durch eingeleiteten Dampf bis auf diese oder eine noch höhere Temperatur erwärmt; in den unteren wird Natronlauge von ungefähr 160° eingefüllt. Die Konzentration der Lauge ist so bemessen, daß 100 kg Natronhydrat auf 70 kg Wasser kommen. In dem Boden des oberen Kessels (des Wasserkessels) sind senkrecht in den unteren (den Laugenkessel) herabreichende, oben offene und unten geschlossene Field'sche Röhren eingedichtet. Aus dem Wasserkessel führt ein Dampfrohr zu den Treibcylindern. Ein zweites Rohr führt den aus den Cylindern fortgehenden Dampf in den unteren Kessel ein.

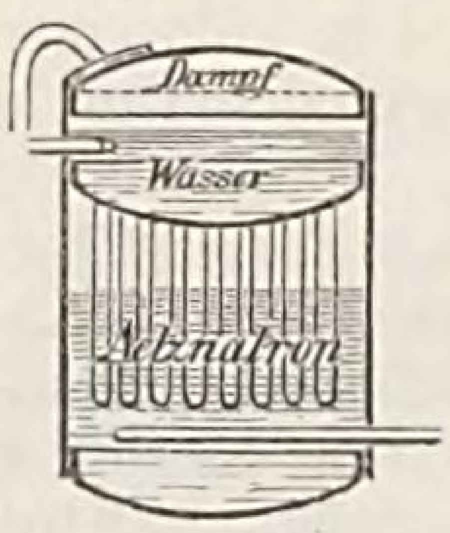


Fig. 526.

Aus dem Wasserkessel strömt der Dam[illegible] in die Cylinder und von diesen in das Ät[illegible]natron ein. Hier wird er verdichtet, d[illegible] Natronlauge die Eigenschaft hat, Wasser [illegible] bei höherer Temperatur zu absorbieren. (8500 kg Natron von der Konzentration 100 Natronhydrat auf 70 Wasser können bei 160° C. = 3500 [illegible] Dampf aufnehmen.)

Bei diesem Vorgang wird einerseits du[illegible] die stattfindende innige Aufnahme, welche[illegible] Wasser im Ätznatron erfährt, andererseits du[illegible] die Abgabe seiner Verdampfungswärme d[illegible] Ätznatron fortwährend neue Wärme zugeführt.

Indem nun die in den Ätznatronkessel hineinhängenden Field'schen Röhren diese Wärm[illegible] auf das in ihnen befindliche Wasser übertragen wird im oberen Kessel neuerdings Dam[illegible] entwickelt.

Dieser Kreisprozess dauert nur so lange, [illegible] der Verdünnungsgrad der Natronlauge nic[illegible] groß geworden ist, daß die Verdichtung des Dampfes zu unvollkommen wird. Ist dies der Fall, dann steigt der Druck auch im Ätzna[illegible]kessel; der Betrieb muß eingestellt un[illegible] Natronlauge neuerdings eingedampft [illegible]en. Das Eindampfen geschieht entweder durch gewöhnliches Abdampfen oder (nach M. Ho[illegible]

mann, Organ 1886, I. Heft) durch Einleiten von frischem Dampf in die Wasserröhren des oberen Wasserkessels. Ein solcher Natronkessel kann den ganzen Tag Dienst leisten, wenn in der Nacht vorher eingedampft wurde.

III. D. für andere Verwendungen.

Die außer den Lokomotivkesseln bei den Eisenbahnen verwendeten D. für Zwecke der Wasserförderung, des Stations- und Werkstättendienstes, für elektrische Beleuchtung, zum Betrieb von Kränen, Drehscheiben, Schiebebühnen etc. gehören der Art ihrer Aufstellung nach entweder den feststehenden (stabilen) Kesseln an, welche einer Einmauerung bedürfen, oder sind bewegbare Kessel (halbstabile D., Lokomobilkessel), zu deren Aufstellung Mauerwerk nicht erforderlich ist. Ob die eine oder andere Aufstellungsart zu wählen ist, wird meist bei Rücksichtnahme auf entsprechend sicheren und ungestörten Betrieb der erzeugte Dampf möglichst billig zu stehen komme.

Zur Beurteilung der letzteren Bedingung ist das Verhältnis zwischen den stehenden und beweglichen Kosten der Kesselanlage in Betracht zu ziehen und wird dasjenige Kesselsystem den vorteilhaftesten Betrieb gewähren, bei dem die Summe dieser beiden Auslagen pro Jahr am kleinsten ist.

Die stehenden Kosten einer Dampfanlage begreifen in sich die Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals, sowie die Kosten für Instandhaltung; die beweglichen Kosten umfassen den Lohn des Kesselwärters, die Kosten des Brennmaterials, des Wassers und kleine Betriebsunkosten.

Wasserstationskessel finden in den

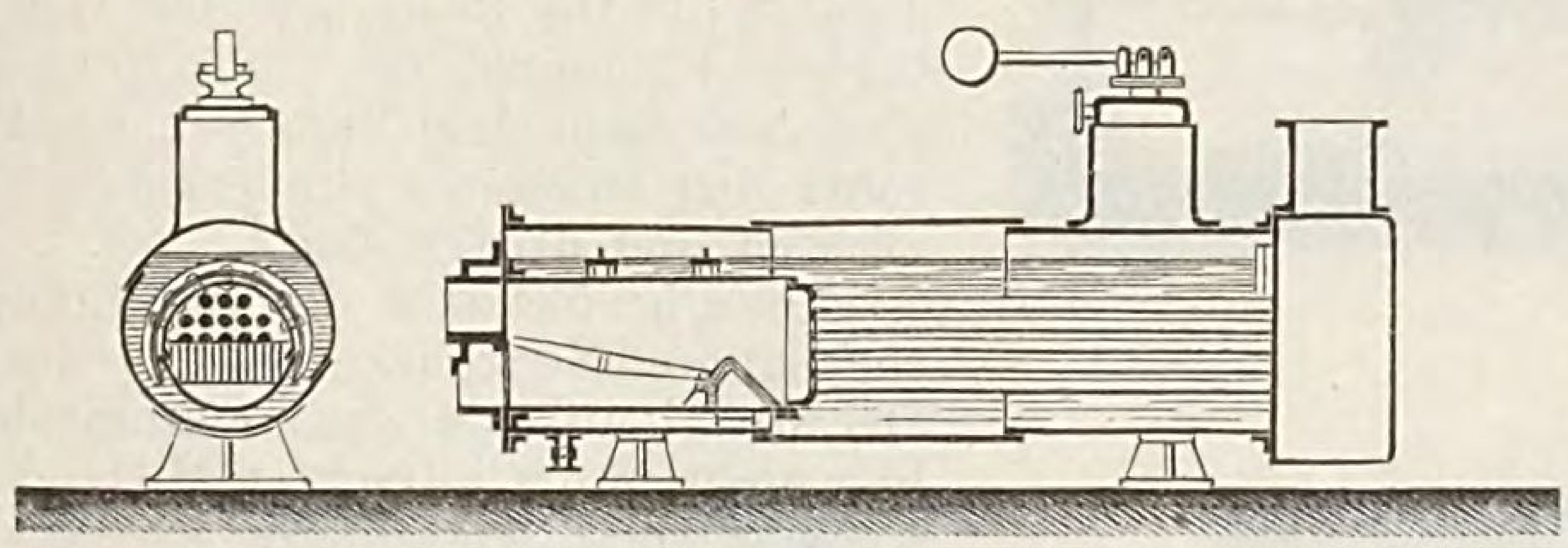


Fig. 527.

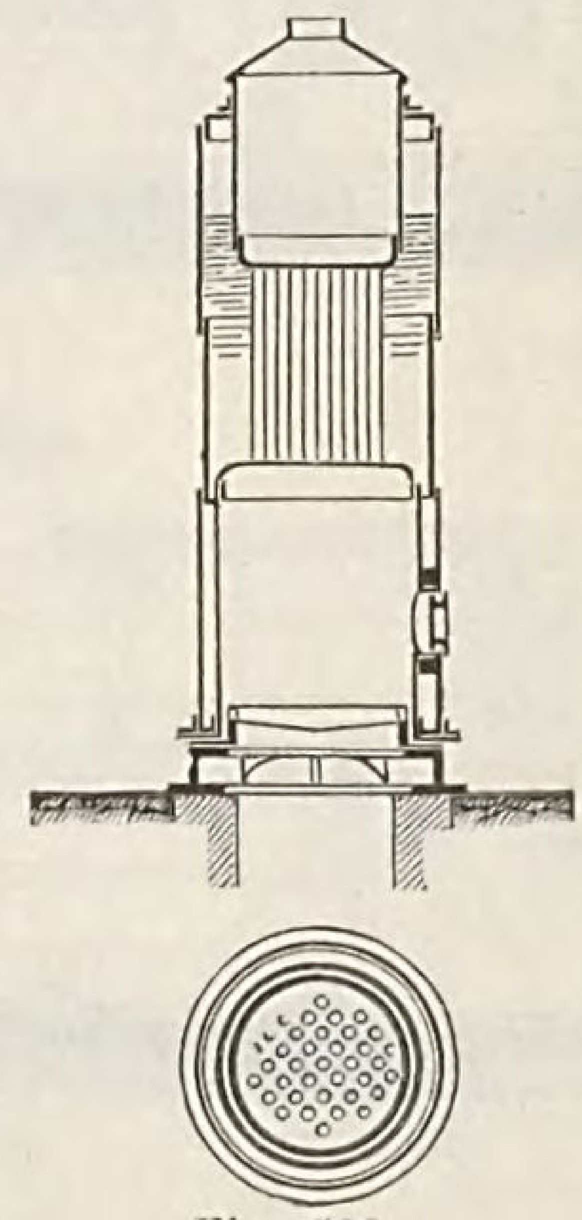


Fig. 528.

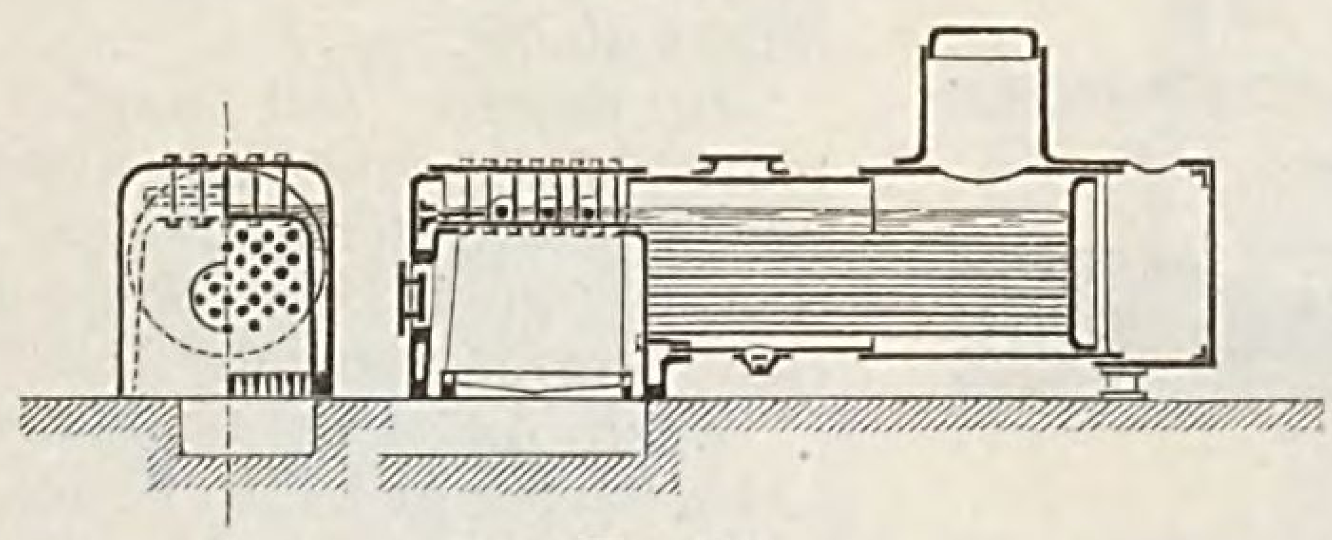


Fig. 529.

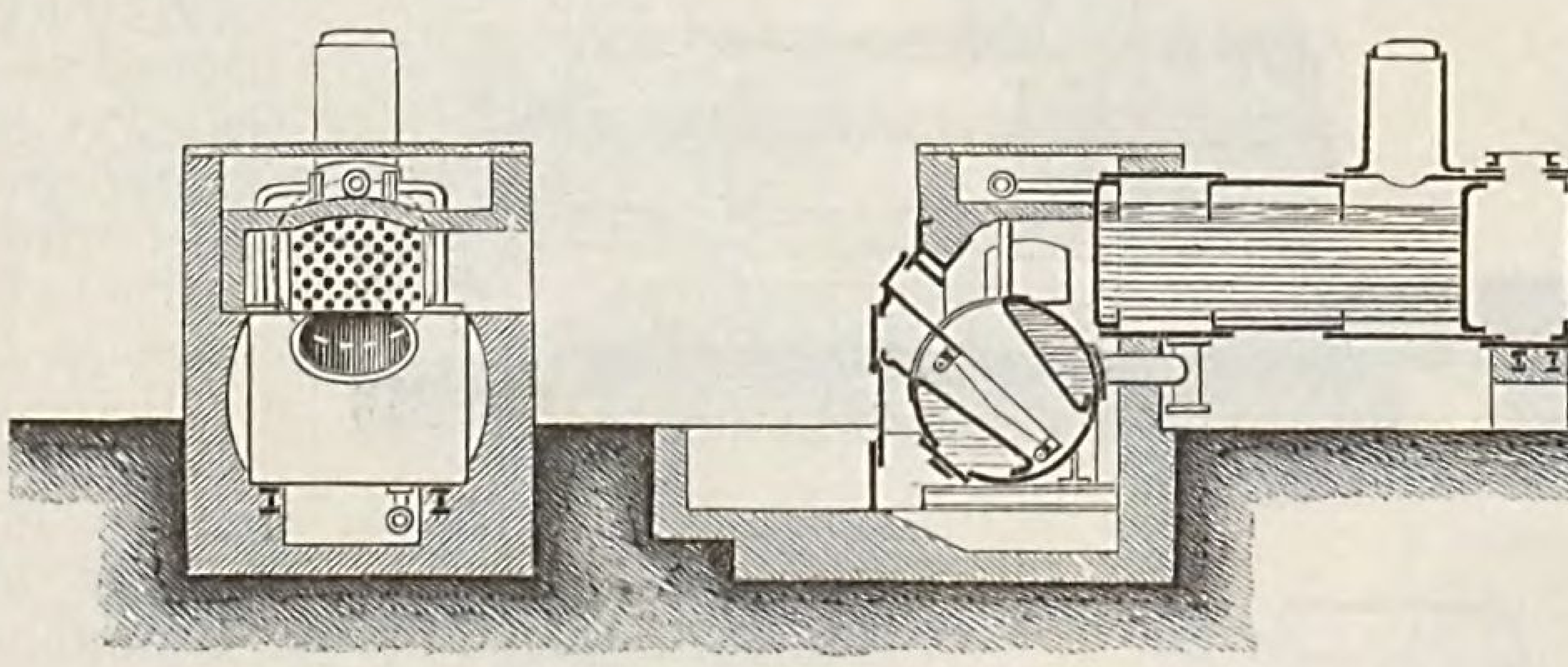


Fig. 530.

schon durch die Art der Verwendung bedingt, welche auch für die Wahl der Kesselart maßgebend ist.

Aber auch bei Kesseln für ganz gleiche Zwecke können die jeweilig herrschenden Betriebsverhältnisse die Wahl ganz verschiedener Kesselarten bedingen und ist hierauf besonders von Einfluß:

1. der Ort der Aufstellung und der vorhandene Platz,

2. die Art des Betriebs, ob Tagbetrieb oder Tag- und Nachtbetrieb,

3. die Beschaffenheit des Speisewassers und die Kosten der Reinigung desselben,

4. die Höhe des anzuwendenden Betriebsdrucks,

5. die Art des Brennstoffs und der dafür passenden Feuerungsanlage.

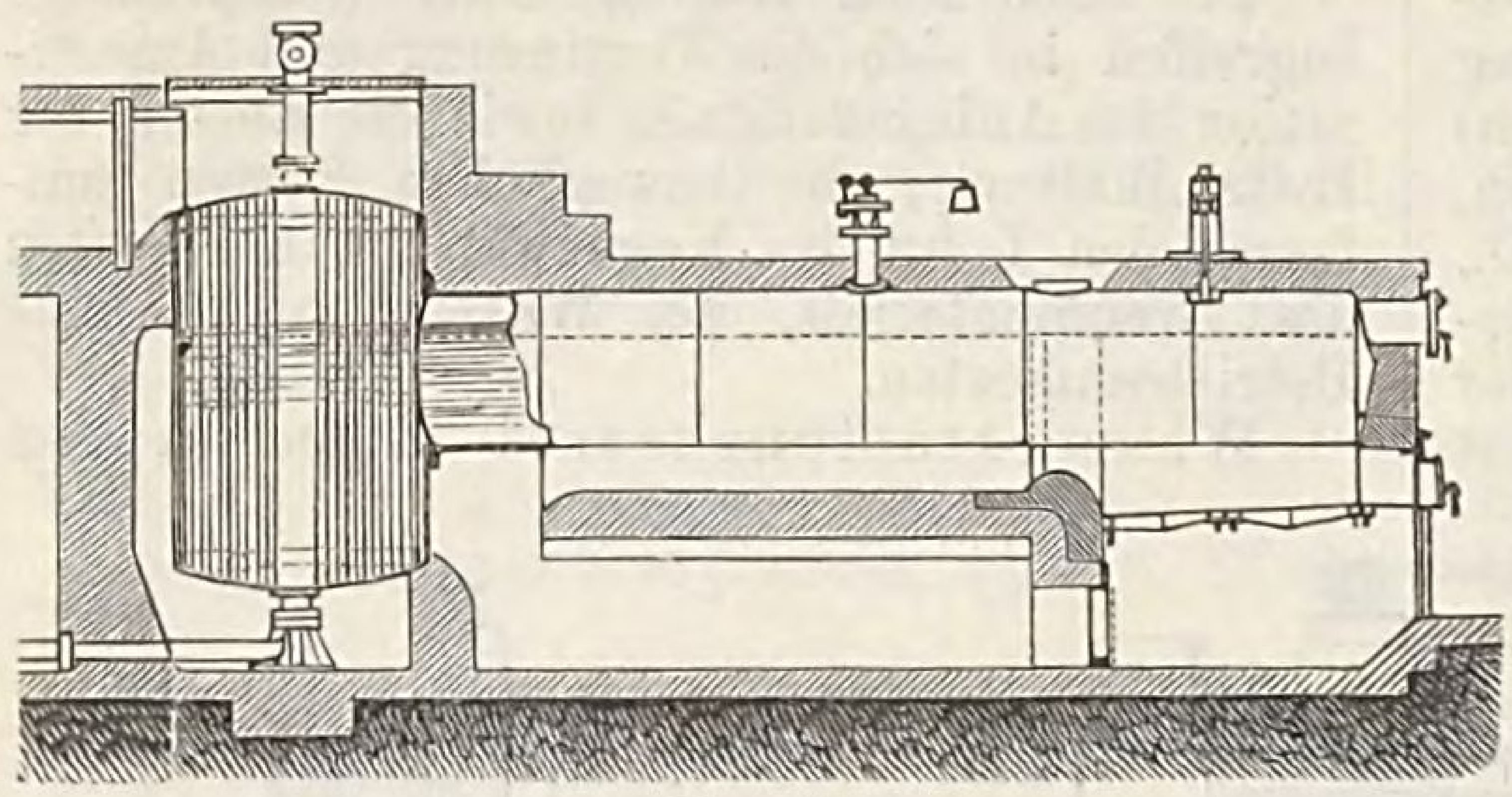
Mit Beachtung dieser Punkte hat die Ausführung der Kesselanlage so zu erfolgen, daß

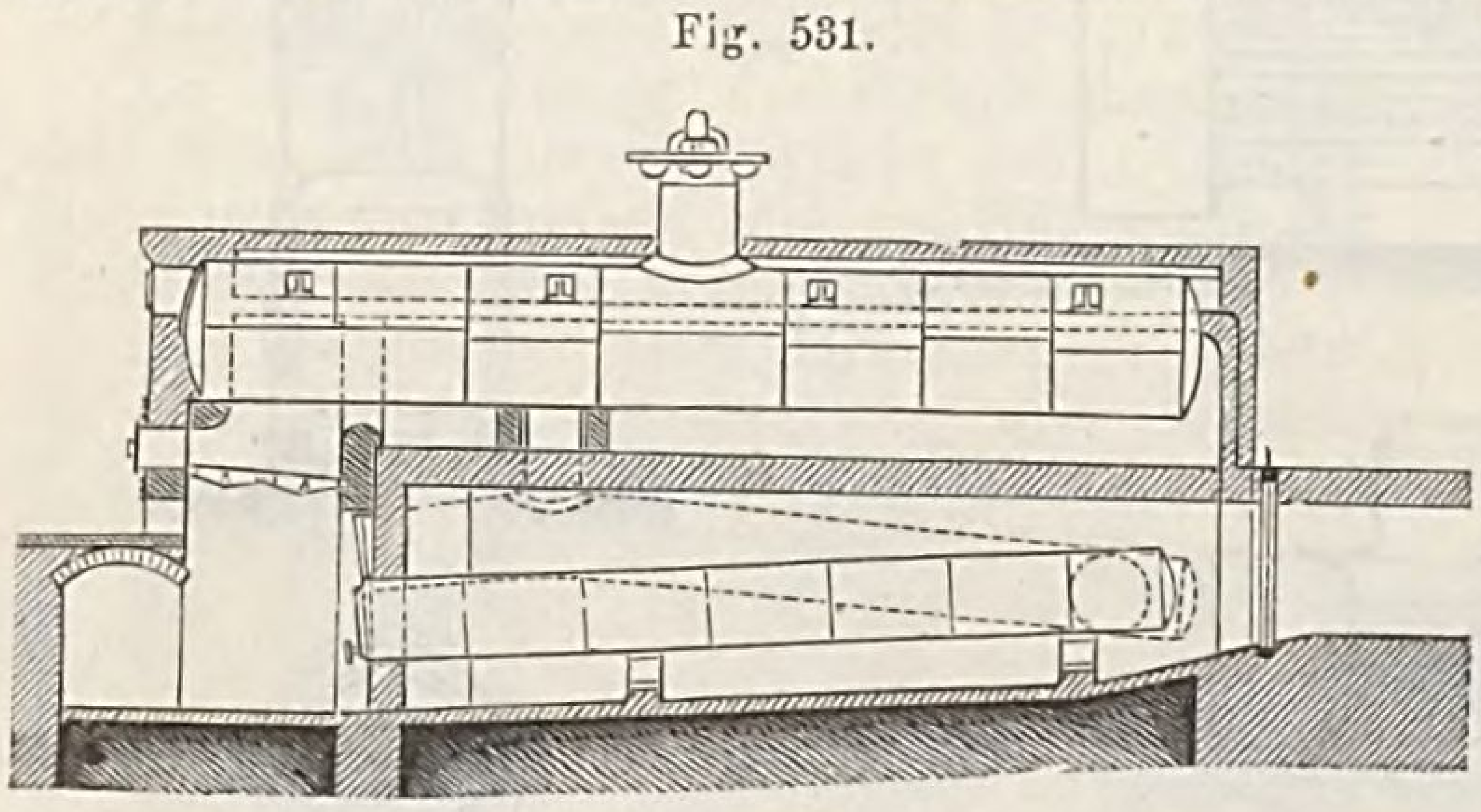
Wasserstationen der Eisenbahnen Verwendung, um den zum Betrieb von Pumpen oder Pulsometern nötigen Dampf zu liefern. Es kommen hierfür gewöhnlich übertragbare, freistehende Kessel in Verwendung, und zwar womöglich von gleicher Größe, bezw. Leistungsfähigkeit für alle verschiedenen Wasserstationen derselben Bahnlinie, um nicht in jeder Station ständige Reservekessel halten zu müssen, sondern mit einer geringen Zahl Vorratkessel das Auslangen zu finden. Im Fall des Schadhaftwerdens wird ein solcher Kessel nach Aufstellung eines Reservekessels abgezogen, ausgebessert und dann selbst in Vorrat gehalten.

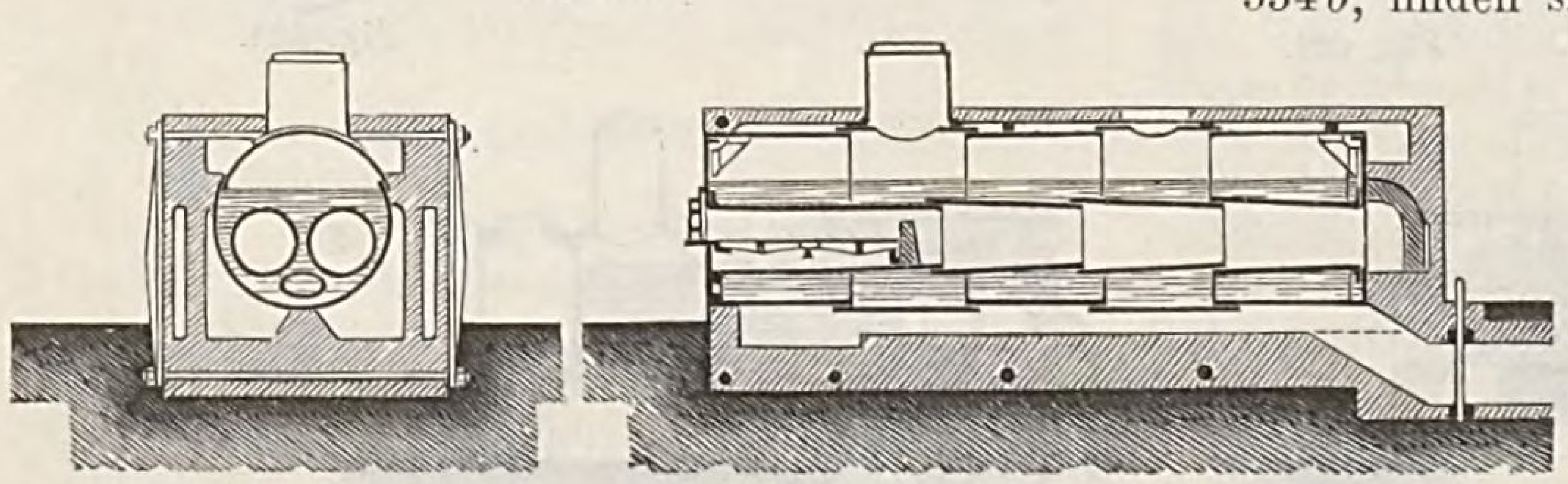
Die Größe der Kessel muß so bestimmt werden, daß den Ansprüchen an ihre tägliche Leistung, die in den einzelnen Stationen verschieden ist, durch entsprechende Regelung der täglichen Betriebsdauer genügt werden kann.

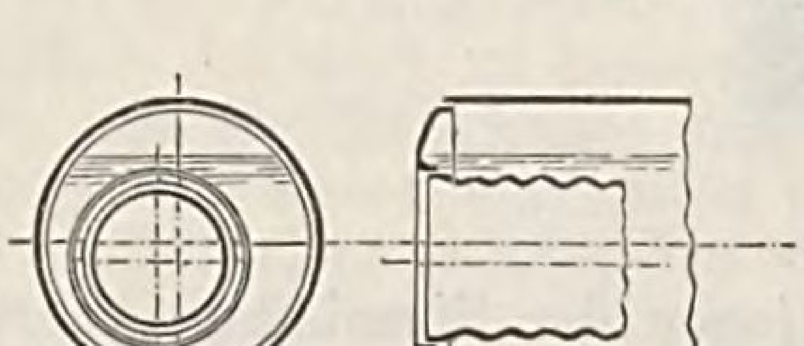
Fig. 527 zeigt einen liegenden Röhrenkessel mit Feuerbüchse und Fig. 528 einen stehenden Kessel, wie solche für Wasserstationen vielfach in Verwendung sind.

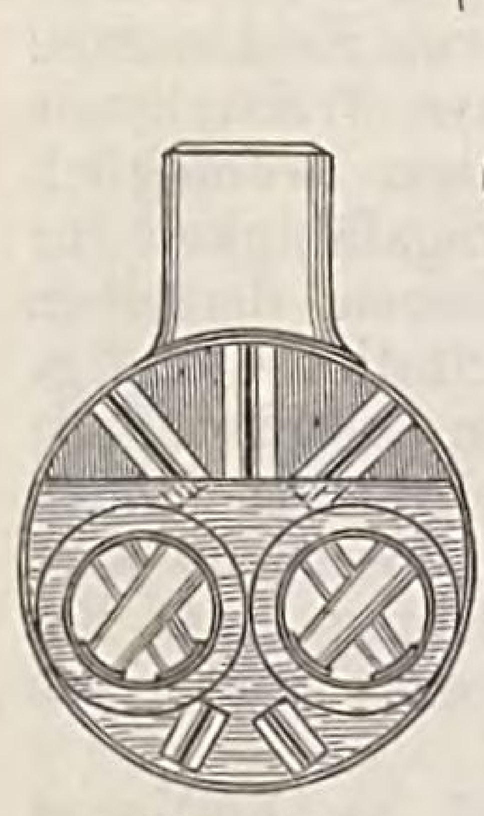
Betriebskessel für Werkstätten, elektrische Beleuchtungsanlagen, Dampfheizungsanlagen u. s. w. Zufolge der verschiedenen Verhältnisse, unter denen der Betrieb in den einzelnen Fällen geführt wird, findet man unter den Kesseln für obige Zwecke sehr verschiedene Systeme, und zwar nicht nur Vertreter der bereits erwähnten acht Hauptformen von D., sondern auch mannigfaltige Kombinationen derselben.

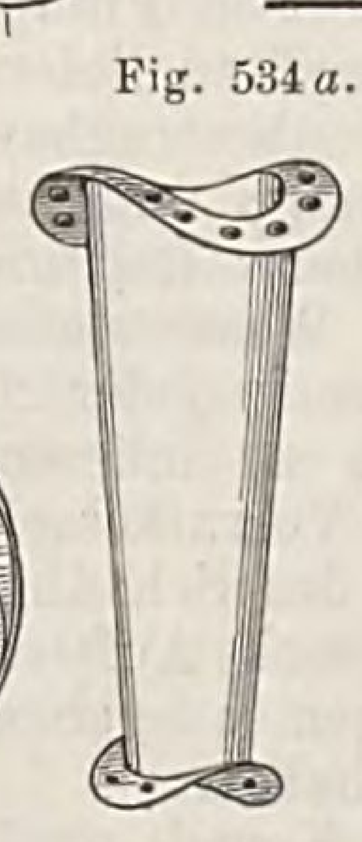

Fig. 531.

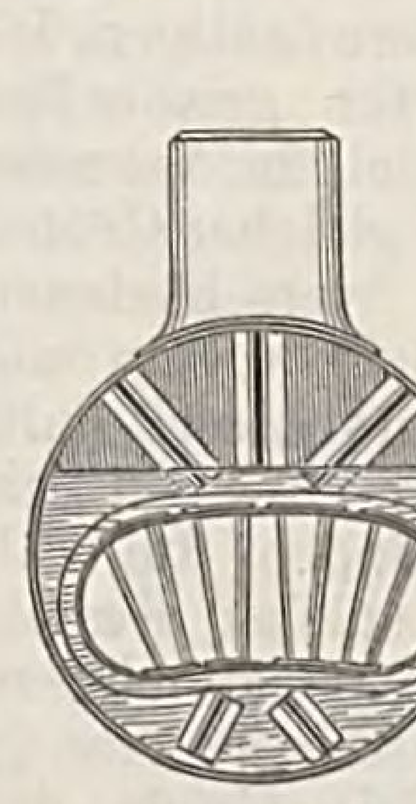

Fig. 532.


Fig. 533.


Fig. 534 *a*.


Fig. 534 *c*.


Fig. 534 *b*.


Fig. 534 *d*.

Nachfolgend soll eine Anzahl der am häufigsten verwendeten Typen vorgeführt werden.

Nicht selten findet sich die Form des Lokomotivkessels, Fig. 529, wobei kein äußeres Mauerwerk nötig ist und demzufolge der erforderliche Aufstellungsraum sehr gering ausfällt.

Fig. 530 zeigt einen Feuerrohrkessel mit Tenbrink-Vorlage, wobei letztere sich im Mauerwerk befindet, der Langkessel aber nur entsprechend verkleidet ist.

Fig. 531 stellt einen Dupuis-Kessel dar, welcher durch die Verbindung eines gewöhnlichen Cylinderkessels mit einem vertikalen Röhrenkessel gebildet wird.

Fig. 532 zeigt einen Cylinderkessel mit Unterkessel und Zwischenfeuerung, auch Gegenstromdoppelkessel genannt.

In Fig. 533 ist ein Lancashire-Kessel dargestellt. Die Roste befinden sich in den beiden Flammrohren; die Heizgase bestreichen nach dem Verlassen der Flammrohre den äußeren Cylinderkessel in einem zweiten und dritten Zug.

Aus Fig. 534 *a* ist die Anordnung eines sogenannten Seitrohrkessels zu entnehmen. Der Mittelpunkt des einen Flammrohrs liegt hier nicht in der lotrechten Mittelebene des Kessels. Diese Anordnung erleichtert sehr das Befahren des Kessels, bezw. dessen innere Reinigung.

In neuerer Zeit werden die Flammrohre häufig aus gewelltem Blech geschweißt angefertigt, was bei geringem Gewicht große Festigkeit derselben und eine Vergrößerung der Heizfläche bewirkt.

Auch die sog. Galloway-Rohre, Fig. 534 *b*, finden sich in Flammrohren angebracht; Fig. 534 *c* zeigt den Querschnitt eines Lancashire-Kessels mit Galloway-Rohren.

Durch diese Quersieder wird nicht nur die Heizfläche vergrößert, sondern auch durch Mischung der Heizgase und Ermöglichung eines regen Wasserumlaufs auf die Wärmeausnutzung günstig eingewirkt; überdies werden durch die Quersieder die Flammrohre gut versteift.

Fig. 534 *d* stellt den Querschnitt eines Flammrohrkessels dar, der eine mit Galloway-Rohren versehene Feuerbüchse besitzt.

Die Wasserröhrenkessel (engröhrige Siederohrkessel) zeichnen sich durch ihren verhältnismäßig geringen Wasserraum aus.

Das zu verdampfende Wasser befindet sich in einer Anlage von engen Rohren, welche von außen erhitzt werden. Ein über den engen Rohren befindlicher cylindrischer Oberkessel, der auch geheizt sein kann, dient als Dampfsammler. Diese Kessel werden in verschiedenen Systemen ausgeführt, deren grundsätzlicher Unterschied in der Verbindung der einzelnen Rohre unter sich besteht.

Als Vertreter dieser Kessel sei jener von Steinmüller, Fig. 535, angeführt.

Die nach hinten geneigt aufgestellten, schmiedeisernen Rohre sind reihenweise in geschweißten Wasserkammern (*K*) vereinigt. Der Oberkessel enthält zur Hälfte Wasser und steht mit dem Rohrsystem vorn und hinten in Ver-

bindung. Durch diese Anordnung wird während des Betriebs ein sehr reger Kreislauf des Wasserinhalts bewirkt, und zwar steigt das Gemenge von Dampf und Wasser durch die vordere Wasserkammer nach aufwärts in den Oberkessel, wo durch eine eingebaute Vorrichtung *W* der Dampf vom Wasser getrennt wird, welch letzteres durch die hintere Wasserkammer wieder den Röhren zufließt.

Kleine übertragbare Kessel für die in Rede stehenden Zwecke sind, falls sie zum Betrieb einer Dampfmaschine gehören, mit dieser vereinigt und werden dann gewöhnlich stehende Feuerbüchskessel verwendet.

Zu den verbreitetsten Kleinkesseln gehören die Kessel der Motore von Hoffmeister, Lilienthal, des Victoria, Friedrich, sowie des Simplex-Motors.

Auf Kränen und Schiebebühnen mit Dampfbetrieb finden sich übertragbare Kessel, welche gewöhnlich stehend angeordnet sind. Die Konstruktion kann ähnlich den stehenden Wasserstationskesseln, Fig. 528 oder nach Fig. 536, mit Querröhren ausgeführt sein.

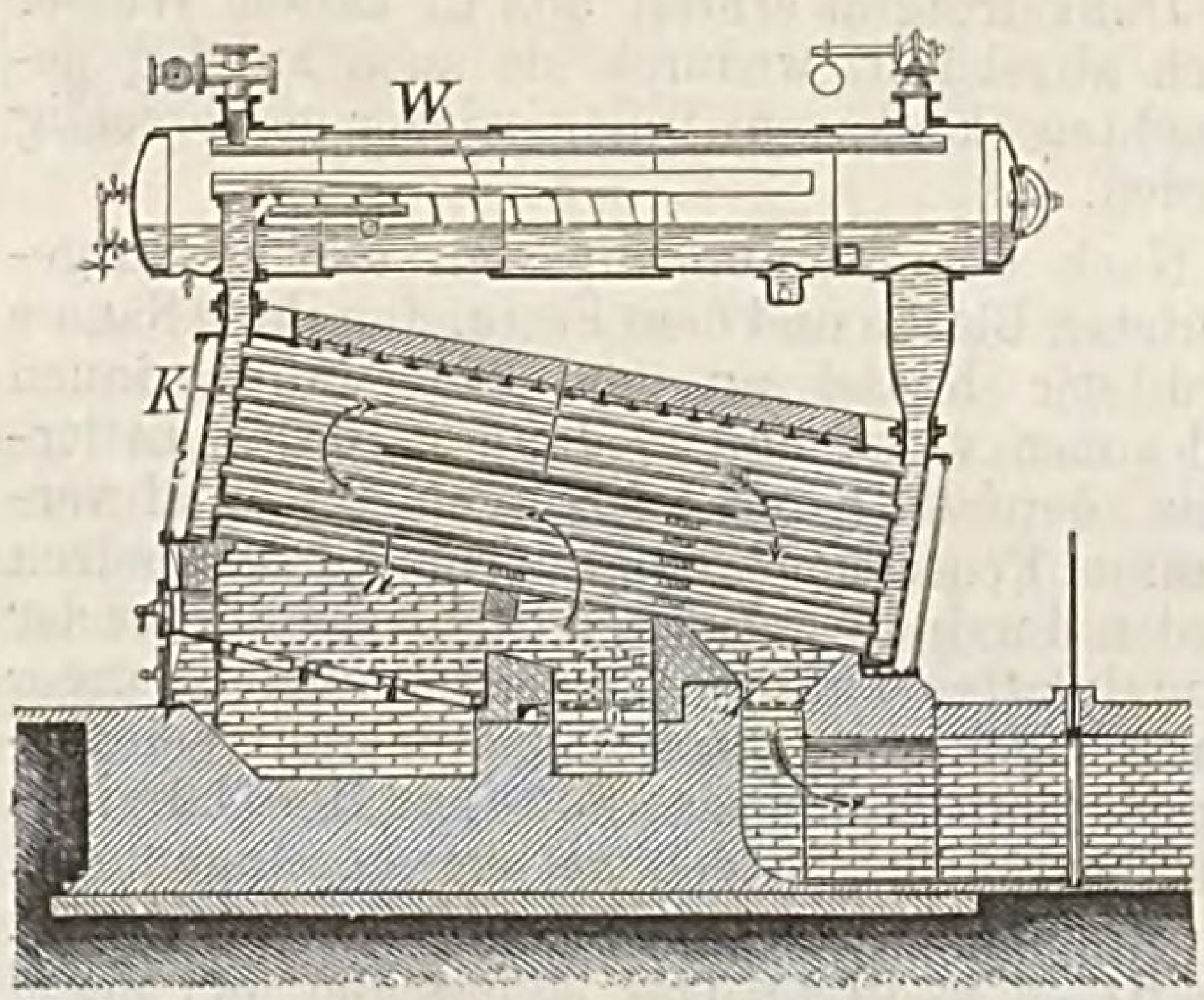


Fig. 535.

Für wandernde (ambulante) elektrische Beleuchtung finden bei Eisenbahnen entweder Lokomobile Verwendung, oder es dienen hierzu eigene auf den Schienen rollende Beleuchtungswagen, auf welchen sich D., Dampfmaschine und Lichtmaschine vereinigt befinden.

Einmauerung.

Die Einmauerung eines Kessels hat so zu erfolgen, daß die Heizkanäle ein Befahren behufs Reinigung und Besichtigung der Kesselwandungen ermöglichen. Das den Verbrennungsraum umgebende Mauerwerk, die hintere Stirnwand und bei Kesseln mit Außenfeuerung auch das Mauerwerk des ersten Zugs ist mit feuerfesten Steinen zu verblenden. Als Mörtelmaterial dient am besten Lehm und für das feuerfeste Mauerwerk Chamotte. Kalkmörtel ist an Stellen, wo Mauerwerk in direkte Berührung mit dem Kessel kommt, nicht anzuwenden. Wo Kesselteile, z. B. Dampfdome u. s. w. durch Mauerwerk reichen, ist letzteres nicht fest anzuschließen, sondern mit Abstand auszuführen und der Zwischenraum mit lockerem, unverbrennlichem Material auszufüllen.

Sollte Gefahr bestehen, daß sich Bodenfeuchtigkeit durch das poröse Mauerwerk bis zum Kessel fortsaugt, so sind über dem Fundament wasserdichte Abschlußschichten oder zwischen Kessel und Unterstützung Zwischenlagen von Blech anzubringen.

IV. Gemeinsames über Lokomotiv- und sonstige Kessel.

a) Material, Anarbeitung und Preis der Dampfkessel.

1. Lokomotivkessel.

Der Lang- und Stehkessel der Lokomotiven wird aus Schweißeisen oder weichem Flußeisen hergestellt, die innere Feuerkiste besteht aus Kupfer (selten aus Flußeisen). Die Stehbolzen werden bei schlechtem Wasser aus Kupfer, bei gutem aus Eisen angefertigt. Die Feuerrohre wurden in der ersten Zeit des Lokomotivbaues aus Kupfer, später aus Messing hergestellt. Heute bestehen sie aus Schweißeisen oder weichem Flußeisen und werden bei schlechtem Wasser am Feuerbüchsende mit Kupferstutzen versehen. Für die Nieten wird zumeist bestes Schweißeisen, für jene der Innenbüchse ausnahmsweise Kupfer verwendet.

Vor der Verwendung wird die Beschaffenheit der Kesselmaterialien durch Proben festgestellt.

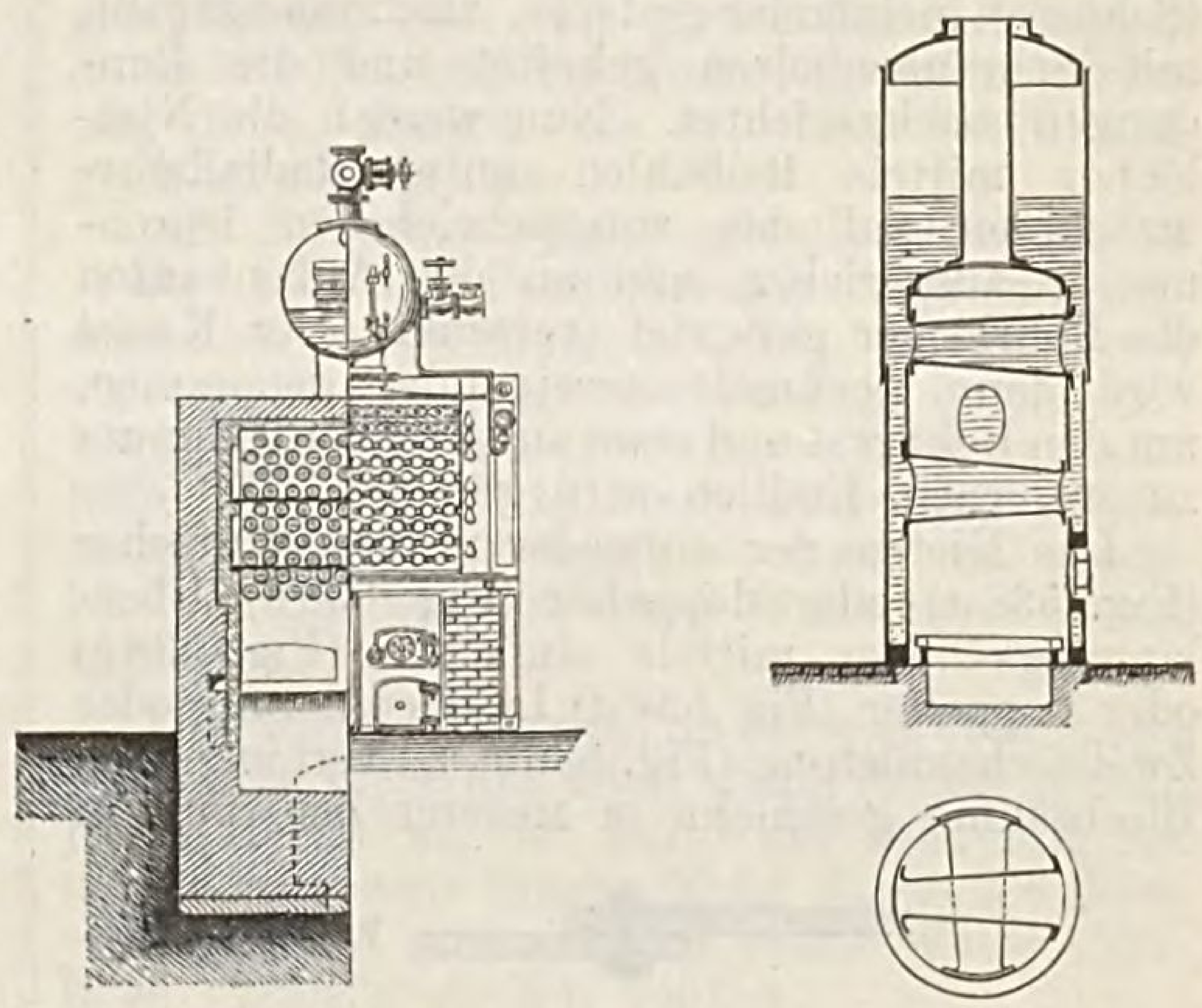


Fig. 536.

Für die Zerreißproben werden gewöhnlich nachstehende Bedingungen gestellt:

Material und Verwendung	Schweißeisenbleche für Kesselbleche		Flußeisenbleche für		Kupferbleche für Feuerbüchsen	Stehbolzen aus Kupfer
	Längsfaser	Querfaser	Biegebleche	Rollbleche		
Minimalfestigkeit in Kilogr. pro 1 mm²	36	32	40—45	45—50	22	25
Minimalkontraktion in Proz. des ursprünglichen Querschnitts ..	25	15	50	40	40	35

Oft wird auch noch gefordert, daß die Summe der Festigkeits- und Kontraktionsziffer bei Stahl mindestens 90, bei Kupfer 70 betrage.

Bei einigen Bahnen werden Flußeisenbleche mit höherer Festigkeit verlangt (Stahlbleche), um mehr Widerstandsfähigkeit gegen Ausfressungen durch Rost zu erreichen. Schweißeisenbleche werden durch Abklopfen mit leichten Hämmern oder durch Abreiben mit Sandsteinstücken auf unganze Stellen (Blasen) untersucht.

Die zur Anwendung kommenden Biegeproben sind bei den einzelnen Verwaltungen sehr verschieden.

Über die beim Bau des Kessels vorkommenden Arbeiten wäre zu bemerken:

Die Bleche, welche vom Hüttenwerk mit 8—10 mm Zugabe geliefert werden, werden auf das genaue Maß behobelt oder bemeißelt, die Niet- und Stehbolzenlöcher werden angezeichnet (angerissen) und mit einem Durchmesser, welcher um 4—5 mm kleiner ist als der der Niete, vorgebohrt. Hierauf werden die Platten des Rundkessels zwischen Walzen eingerollt (Fig. 537), die einzelnen Trommeln

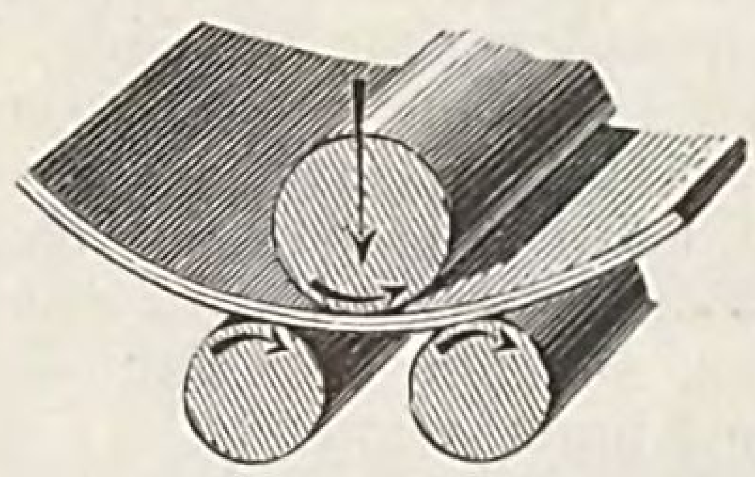


Fig. 537.

(Schüsse) ineinander gesteckt, zusammengepaßt, mit Schraubenbolzen geheftet und die Rundungen nachgerichtet. Nun werden die Nietlöcher mittels Reibahlen unter Radialbohrmaschinen auf den vorgeschriebenen Durchmesser ausgerieben und an den Außenkanten die Bohrlöcher gerundet (versenkt). Der Kessel wird dann nochmals auseinander genommen, um den Bohrgrat und etwa anhaftenden Schmutz zu entfernen. Endlich wird genietet.

Das Nieten der entweder mittels einfacher (Fig. 538 *a*) oder doppelter (Fig. 538 *b*) Überlappungs- oder mittels einfacher (Fig. 538 *c*) oder doppelter (Fig. 538 *d*) Laschennietung oder Zweilaschennietung (Fig. 538 *e*) zu verbindenden Blechsäume geschieht in neuerer Zeit und in

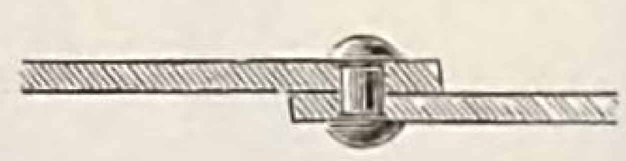


Fig. 538 *a*.

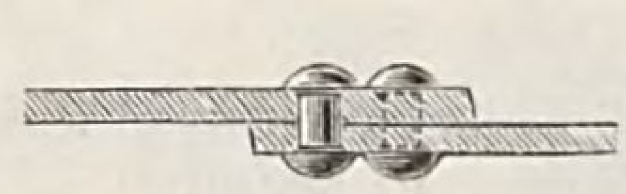


Fig. 538 *b*.

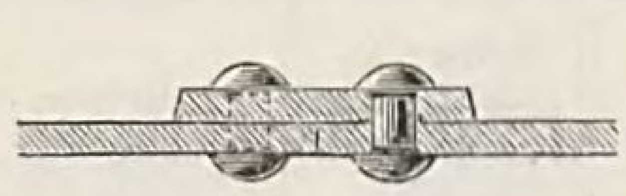


Fig. 538 *c*.

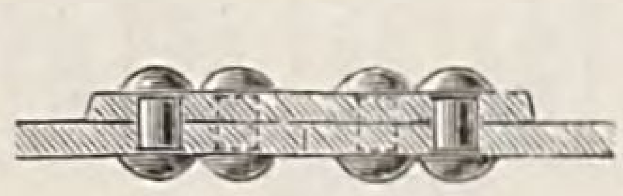


Fig. 538 *d*.

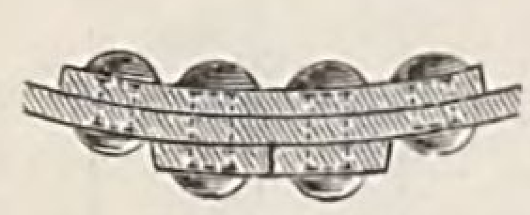


Fig. 538 *e*.

besser eingerichteten Werkstätten mittels hydraulischer Nietmaschinen, durch deren Anwendung eine besonders dichte Naht gewährleistet wird. Statt der Nietung wird namentlich für kleine Verbindungsstutzen, Wellrohre, Dome etc. die Verbindung der Bleche durch Schweißen bewerkstelligt und wurde auch in letzterer Zeit das Schweißen auf elektrischem Weg versucht.

Zum Zweck des Zusammensetzens der einzelnen senkrechten Wandpartien mit den zur Richtung der Kesselachse parallel liegenden Kesselplatten werden die senkrechten Kesselwände an ihren Säumen umgebogen (gebördelt). Dieses Umbiegen geschieht nach vorherigem Einbringen der Bleche in Glühöfen (in besonders gut eingerichteten Fabriken mittels hydraulischen Pressen in einer Hitze), gewöhnlich jedoch auf freistehenden, ringsum zugänglichen Feuerherden, auf welchen die Blechränder in Umfangslängen von 400—600 cm zum Glühen erhitzt und sodann mit Holzschlägeln erst roh umgebogen (Fig. 539), dann nach Schablone

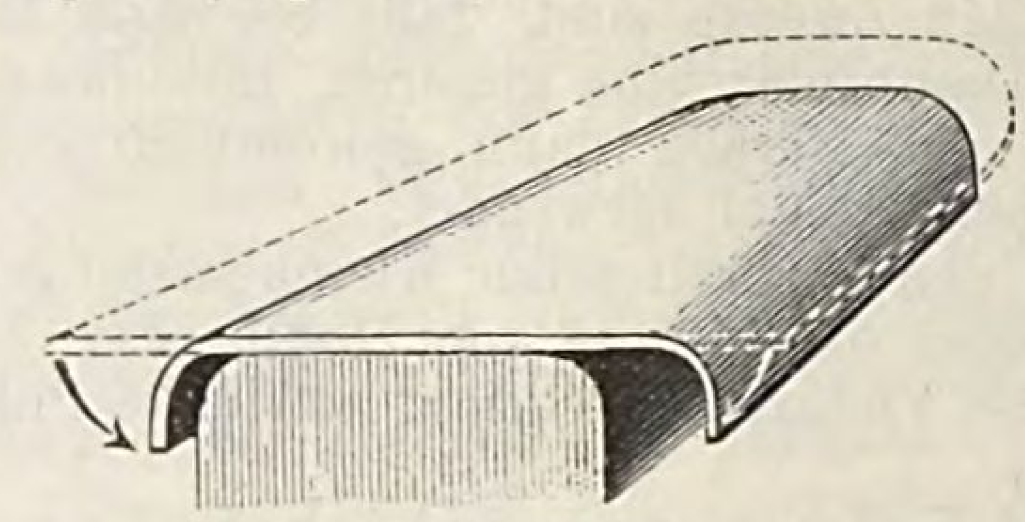


Fig. 539.

ausgerichtet werden. Die umgebördelten Eisen- und Stahlplatten werden zur Ausgleichung der durch dieses Verfahren entstandenen örtlichen Spannungen meistens nochmals im Glühofen erwärmt und unter Asche langsam gekühlt. Kupferplatten werden nach dem Bördeln bis zur Dunkelrotglut erhitzt und in kaltem Wasser rasch abgekühlt, wodurch sie auch an den gestauchten (konkaven) Teilen wieder geschmeidig werden.

Nach dem Zusammenpassen der so vorgerichteten Bleche und dem Festnieten ihrer Säume wird der Kessel an den Dichtstellen innen und außen verstemmt; sodann wird die mittlerweile ebenfalls bereits fertiggenietete und verstemmte Feuerbüchse eingezogen; die Stehbolzen werden durch die gebohrten Stehbolzenlöcher der Mantelplatten auf den Boxplatten mittels langer Dorne angekörnt, gebohrt und hierauf bei vorheriger Einbringung des Fuß- und Heizthürrings die Feuerbüchse in den Stehkessel eingenietet.

Nunmehr werden die Stehbolzengewinde geschnitten, die Stehbolzen eingezogen und deren Köpfe von beiden Seiten unter Gegenhalten schwerer Hämmer vernietet. Die Verankerungen und Auswaschlukenkränze werden vor dem Einbringen der Feuerbüchse angenietet. Hierauf werden die Feuerrohre eingezogen, mittels Dornen oder Walzapparaten gedichtet und am Feuerbüchsende gebördelt. Schließlich bringt man die Armaturen an.

Der nunmehr fertige Kessel wird der Fabriksvorprobe, sodann der behördlichen Druckprobe (s. unten) und schließlich der Anheizprobe unterzogen.

Die Preise der fertigen Kessel sind von den außerordentlich schwankenden Kupfer- und Eisenpreisen abhängig. Für ganz rohe Überschläge kann das Kilogramm eines Lokomotivkessels mit kupferner Feuerbüchse, kupfernen Stehbolzen und Feuerrohrstutzen, sowie eisernen Feuerrohren bei kleinen Kesseln (unter 30 m² Heizfläche) mit 1 Mk. 20 Pf. bis 1 Mk. 50 Pf., für mittlere und große Kessel mit 90 Pf. bis 1 Mk. 20 Pf. angenommen werden.

Das Gewicht der Lokomotivkessel beträgt annähernd:

bei Kesseln bis zu	30 m² Heizfläche	100 kg
„ „ von	30—100 „ „	90 „
„ „ „	100—180 „ „	75 „

pro 1 m² Heizfläche.

2. Lokomobil- und Stabilkessel.

Als Material für Lokomobilkesselmäntel wird wie bei den Lokomotivkesseln Schweiß- und Flußeisen, für die Feuerbüchsen jedoch meistens anstatt des theuren Kupfers Eisen oder Stahl verwendet. Die Stehbolzen sind gewöhnlich, die Röhren fast immer aus Eisen. Der Vorgang beim Bau der Lokomobilkessel ist in seinen Hauptformen von dem der Lokomotivkessel nicht wesentlich unterschieden Die Anforderungen an die Güte der Kesselbleche entsprechen sowohl bei den Lokomobil- als auch bei den Stabilkesseln meist den Würzburger Normen, welche folgendes verlangen:

Blechqualität	Schweißeisen						Flußeisen	
	Feuerblech		Bördelblech		Mantelblech			
	längs	quer	längs	quer	längs	quer	Feuerblech	Mantelblech
Zugfestigkeit in Kilogramm für das Quadratmillimeter ...	36	34	35	33	33	30	34—40	36—42
Dehnung in Prozenten Länge zwischen den Körnern = 150 mm (200 mm).	18	12	12	8	7	5	25	20

Außerdem fordern die Würzburger Normen, daß das für Kessel zu verwendende Material die normierten Biegeproben im kalten und warmen Zustand, weiters Schmied- und Lochproben anstandslos aushalten müsse. Für Flußeisen wird auch eine Härtungsbiegeprobe angegeben, bei welcher die Probestreifen bis zu niedriger Kirschrothitze erwärmt, in Wasser von 28° C. abgekühlt und dann um einen Dorn, dessen Durchmesser bei Feuerblechen gleich der zweifachen, bei Mantelblechen gleich der dreifachen Blechdicke ist, um 180° (lang oder quer) gebogen werden.

b) Lagerung der D.

Was die Lagerung der D. betrifft, so werden dieselben entweder durch Tragpratzen und Stühle unterstützt oder an Hängstangen aufgehängt. Hierbei ist stets die durch die Erhitzung erfolgende Ausdehnung des D. zu berücksichtigen und demgemäß bei Anbringung mehrerer Unterstützungspunkte nur einer derselben festzulegen, den anderen aber durch Anbringung von Rollen oder in sonstiger Weise eine gewisse Verschiebung zu ermöglichen.

Die Kesselflächen, welche zum Tragen des Eigengewichts herangezogen werden, sollen möglichst groß sein, um sonst leicht auftretenden Eindrückungen und Zerfressungen (Korrosionen) dieser Stellen vorzubeugen. Bei den Lokomotivkesseln ist hierauf ein besonderes Augenmerk zu richten, da hier infolge der ungenügenden Steifheit des Rahmens die während der Fahrt auftretenden Stöße auf den Kessel übertragen werden.

c) Betrieb, Ökonomie und Wartung der Kessel.

Der wirtschaftliche Betrieb einer Dampfkesselanlage erfordert: richtige Wahl des Brennmaterials, Verwendung möglichst reinen Speisewassers und eine gute Wartung, Reinigung und Erhaltung der D.

Bei der Wahl des Brennmaterials ist die chemische Beschaffenheit, der Heizwert und der Preis desselben und seine Eignung für die betreffende Feuerungsanlage in Betracht zu ziehen.

Die chemische Beschaffenheit des Brennstoffs kann die Haltbarkeit der Kesselwandung wesentlich beeinflussen. Schwefelhältige Kohle kann nicht allein die Eisen- und Stahlbleche der Stabilkessel und Lokomobilen, sondern auch die kupfernen Feuerbüchswände und die Stehbolzenköpfe der Lokomotiven bedeutend abzehren, indem sich aus dem Schwefel des Brennstoffs schwef lige Säure und aus dieser Schwefelsäure bildet, welche von der Asche, dem Ruß oder an feuchten Stellen des Rostes aufgenommen wird und sich da verbindet. Andererseits verbindet sich Schwefel mit dem Eisen oder Kupfer zu Schwefeleisen oder Schwefelkupfer und bewirkt auf diese Weise eine fortschreitende Abzehrung der Wände. Auch können auf mechanischem Weg allmähliche Verschwächungen der Wandflächen herbeigeführt werden, indem die mineralischen Bestandteile der Kohle beim Zerfallen der verbrennenden Kohle an die Wände geschleudert, oder mit großer Geschwindigkeit durch die Feuerröhren hindurchgerissen werden und diese, ähnlich wie bei einem Sandstrahlgebläse, ausscheuern.

Als die reinste Kohle gilt die im südlichen Wales und in Pennsylvanien vorkommende, schwefelfreie Anthracitkohle; sie ist schwer entzündlich, erfordert starken Zug, brennt mit kurzer Flamme und entwickelt hierbei eine sehr hohe Temperatur. In dieser Beziehung gleicht sie den Coaks, die ebenfalls schwer und rauchlos brennen, weil sie keine Kohlenwasserstoffe enthalten.

Die wenig bituminöse westfälische Eßkohle verbrennt unter wenig Rauch, zerfällt jedoch leicht an der Luft, was nachteilig ist, da die kleineren Stücke leicht durch die Rostspalten fallen und sich auf solche Weise ziemliche Verluste ergeben können.

Die halbbituminösen Kohlen brennen bei gewöhnlichem Schornsteinzug mit mehr oder weniger Rauch und eignen sich zur Dampfkesselfeuerung besonders jene Kohlen dieser Klasse, welche geringe Mengen Asche und Schlacken geben, nicht zu hart sind und wenig backen. Sehr häufig werden die backenden mit nichtbackenden Kohlen gemischt. Die bituminösen Kohlen (am besten zur Gasfabrikation geeignet) geben beim Verbrennen sehr viel Rauch, viel Asche und Schlacken und werden daher ungern verwendet.

Die Braunkohlen sind oft durch Schwefelkiese und andere mineralische Bestandteile verunreinigt; ihr Aschen- und Wassergehalt ist vielfach ein sehr großer. Die erdigen Braunkohlen werden ebenso wie Sägespäne, Lohe u. dgl. häufig auf Treppenrosten verbrannt.

Holz, Petroleum und Petroleumrückstände, sowie verschiedene Abfälle kommen nur dort, wo der Preis dieser Stoffe es zuläßt, als Brennstoffe für die Kesselfeuerung zur Verwendung.

Die Güte des Speisewassers hat auf die Erhaltung der Dampf kessel und auf den Kohlenverbrauch großen Einfluß und wird durch die Menge der Verunreinigungen, die es entweder gelöst (chemische Verunreinigungen) oder me-

chanisch beigemengt enthält, bedingt. Die chemischen Verunreinigungen des Wassers werden nach Härtegraden gemessen. Wasser mit einer Gesamthärte bis zu 13 deutschen Härtegraden (1 deutscher Härtegrad ist der Gehalt von 0,01 g Kalk oder die äquivalente Menge an Magnesia in 1 l Wasser) kann als gutes, solches von 14 bis 20° als mittelmäßiges und Wasser über 21° als schlechtes Speisewasser angesehen werden. Diesen Härtegraden entsprechend ist die Menge des beim Verdampfen des Wassers sich bildenden Niederschlags, vorausgesetzt, daß der Kalk und die Magnesia nicht etwa an solche Säuren gebunden sind, die mit diesen Basen auch in starker Konzentration löslich bleibende Salze bilden. Dieser Niederschlag bleibt nebst den mechanischen Beimengungen des Wassers, welche mineralischer oder organischer Natur sein können, bei der Verdampfung im Kessel zurück und lagert sich entweder als Kesselstein an den Wänden ab oder verteilt sich als Schlamm im Wasser.

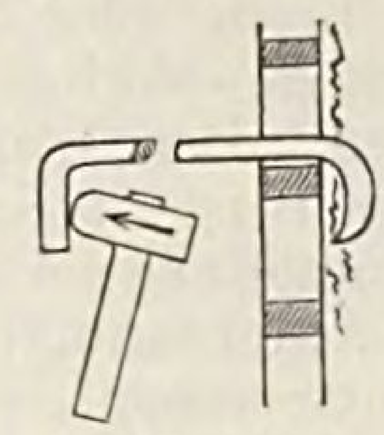
Durch den Kesselsteinbelag, der die Wärme schlecht leitet, wird nicht nur die Wirksamkeit der Heizflächen bedeutend vermindert, sondern die Temperatur der Heizbleche und Feuerröhren weit mehr erhöht werden, als es bei reinen Wänden der Fall wäre. Eine Folge der größeren Erhitzung sind Ausbauchungen und Risse der Bleche, verhältnismäßig große Längsdehnungen der von den Heizgasen bestrichenen Feuerröhren oder Feuerflächen gegenüber den anderen Kesselstellen, wodurch Undichtheiten, Biegungen und durch die letzteren Rostfurchen, ja selbst Brüche in den Blechen oder in den Verankerungen (z. B. in den Stehbolzen) entstehen können.

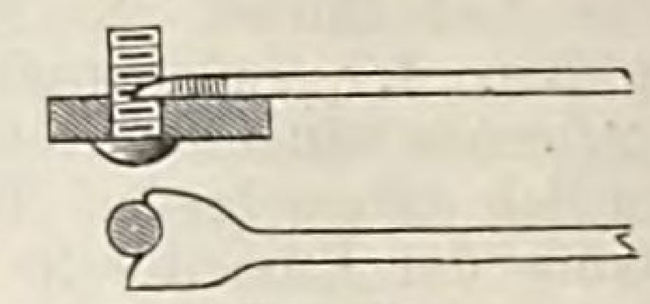
Durch den im Kesselwasser sich ansammelnden Schlamm bekommt der Kessel Neigung zum Spucken und werden im mitgerissenen Wasser auch Schlammteile vom Dampf fortgeführt, welche mancherlei Störungen verursachen.

Man wird deshalb trachten, die Verunreinigungen des Wassers schon vor Einbringung desselben in den Kessel so gut als möglich abzuscheiden, was durch verschiedene Arten mechanischer und chemischer Reinigung erfolgen kann. Ist man aber nicht in der Lage, gereinigtes Wasser zu verwenden, so wird man durch Zugabe geeigneter Mittel die Bildung von Kesselstein zu verhindern suchen und durch rechtzeitiges Abblasen und Auswaschen, bezw. Ausspritzen des Kessels den Schlamm entfernen. In den Fällen, wo die Bildung von Kesselstein auf diesem Weg nicht verhindert werden kann, muß dieser von Zeit zu Zeit mittels geeigneten Werkzeugen entfernt werden.

Das Ausspritzen des Schlamms geschieht durch eigene Spritzen (Buttenspritzen) mittels besonders geformter Mundstücke zur Leitung des Strahls in die verschiedenen Winkel des Kessels.

Von den zur Reinigung der Kessel dienenden besonderen Werkzeugen seien nachstehend einige erwähnt. Zum Putzen der Feuerbüchsrohrwand eines Lokomotivkessels von der Feuerbüchse aus verwendet man den in Fig. 540 dargestellten Haken; hierbei genügt die Entfernung jeder dritten Vertikalrohrreihe. Zum Entfernen der sich vorzugsweise dicht an der Wand ansammelnden Kesselsteinblätter benutzt man den in Fig. 541 gezeichneten Geißfuß. Außerdem benötigt man noch Werkzeuge zum Zerteilen des Kesselsteins, wie: Meißel, Hämmer, Sägen, Schaber, Bürsten, Kratzen, starke Drähte, sogenannte Auswasch-


Fig. 540.


Fig. 541.

drähte aus Messing, dann Werkzeuge zum Wegwaschen des abgestoßenen oder locker liegenden Kesselsteins.

Zuweilen leitet das Wasser bei einer gewissen Beschaffenheit der Bleche örtliche, gewöhnlich an die tiefsten und kältesten oder einem Hin- und Herbiegen ausgesetzten Stellen der Kessel gebundene Zerstörungen ein (und zwar durch seinen Gehalt an Kohlensäure, Chlor, Salpetersäure, organischen Substanzen u. dgl.) und erzeugt Abzehrungen grübchenförmiger oder rillen- und furchenförmiger Art.

Von großer Wichtigkeit für einen vorteilhaften Betrieb ist die möglichste Einschränkung von Wärmeverlusten. Vorausgesetzt, daß schon die Kesselanlage thunlichst sachgemäß ausgeführt wurde, so daß hierdurch die unvermeidlichen Wärmeverluste, z. B. durch die abziehenden Verbrennungsgase, durch das vom Dampf mitgerissene Kesselwasser, durch Strahlung, durch von den Gasen mitgerissene oder durch den Rost fallende Kohlenteilchen u. s. w. möglichst herabgemindert sind, so ist doch eine entsprechende Ausnutzung der Wärme nur dann zu erreichen, wenn auch die Wartung, Reinigung und Erhaltung der D. eine möglichst gute ist.

Ungeschicktes Feuern, übermäßiges Wasserspeisen, zu seltenes Auswaschen kann unter Umständen große Wärmeverluste herbeiführen. Das sogenannte Wasserreißen (Spucken) der D., durch welches bedeutende Verluste an erhitztem Wasser eintreten können, ist auf diese Ursachen zurückzuführen.

Bedeutende Wärmeverluste werden auch durch Undichtheiten der D. hervorgerufen. Das Undichtwerden der Kesselteile liegt entweder an der ungleichmäßigen Beschickung des Rostes, welche sogenannte „Löcher“ im Feuer entstehen läßt, die das Eindringen kalter Luft in den Feuerungsraum, also Abkühlungen und zugleich Dehnungsveränderungen der Feuerwände, herbeiführen oder darin, daß Kesselstein die Heizflächenwände bedeckt, den Wärmedurchgang hindert, und in ähnlicher Weise wie durch die kalte Luft ungleiche Ausdehnungen bewirkt werden. Es ist daher für geschickte Bedienung des Rostes und Verwendung reinen Wassers Sorge zu tragen.

Allzu starker Zug bildet eine weitere Wärmeverlustquelle. Durch übermäßige Feuerung oder durch übertriebenen Gebrauch des Blasrohrs bei Lokomotiven (wegen verschlackten oder zu hohen Feuers, zu enger Rostspalten u. dgl.) können per Fahrstunde weit mehr als 100 kg Kohle in die Rauchkammer unverbrannt mitgerissen werden. Dagegen ist auch eine zu große Weite der Rostspalten schädlich, weil dann beträchtliche Mengen von Kohle durch

den Rost durchfallen können, weshalb die Weite der Rostspalten dem verwendeten Brennmaterial anzupassen ist. Wie auf der Wasserseite durch den Kesselstein wird auf der Feuerseite durch die beim Betrieb unvermeidliche Berußung und durch Verlegung der Feuerrohre durch Flugasche und unverbrannte Kohle oft ein bedeutender Prozentsatz der Heizfläche weniger wirksam, und es muß dann dieser Verlust durch gesteigertes Feuer ersetzt werden. Verwendung reinen Wassers und rechtzeitige Reinigung der Rohre von Asche sind geeignet, Wärmeverluste hintanzuhalten.

In ganz hervorragendem Maß nimmt die Wartung des Kessels auf seine Erhaltung und auf die Kostspieligkeit der an ihm im Lauf der Zeit durchzuführenden Ausbesserungen Einfluß. Mangelhafte Wartung kann mannigfache Nachteile für den Kessel bringen. So kommen bei Vernachlässigung oder Nichtentdeckung von undichten Stellen, namentlich bei Stabilkesseln, wenn das Mauerwerk unmittelbar an dem Kesselblech anliegt, oft sehr gefährliche Anrostungen außen an den Kesselblechen vor; ebenso bei Lokomotiv- oder Lokomobilkesseln, wenn sich unter nicht ganz dicht anliegenden Armatur-Frameteilen u. dgl. Staub ansammeln kann, der durch Tropfwasser benetzt wird und sich feucht erhält, oder wenn die den Feuergasen nicht ausgesetzten Kesselbleche nicht oder schlecht angestrichen sind, ferner wenn die Kessel längere Zeit in feuchten Räumen stehen u. dgl. Ähnliche äußere Abzehrungen kommen auch in den Rauchkammern von Lokomotiven durch Abbrennen der Bodenbleche vor, wenn diese infolge von nach vorne gerissener Kohle glühend werden und rechtzeitige Wassereinspritzung unterbleibt. Bei undicht belassenen Auswaschschrauben, Auswaschdeckeln und anderen undichten Stellen kann auch, durch die bei der Abkühlung der Kessel entstehende Luftleere begünstigt, auf dem Weg des Leckwassers Luft in den Kessel treten und die Umgebung der Leckstelle anfressen. Wenn Kessel, die nicht vollständig ausgetrocknet sind, längere Zeit außer Betrieb stehen, führen die in denselben enthaltenen Feuchtigkeitsreste zu ganz bedeutenden Rostbildungen. In dieser Hinsicht kann die Füllung oder das zeitweise Ausspritzen des Kessels mit Kalkwasser mit Erfolg entgegenwirken.

Aber auch jähe Dampfdruckschwankungen und rasche Abkühlungen schaden den Kesseln sehr und sollen, wenn es die Verhältnisse gestatten, möglichst vermieden werden. Die gewöhnlichsten Fehler oder Nachlässigkeiten werden z. B. in der Weise begangen, daß Lokomotiven aus Bequemlichkeit des Personals unnötigerweise mit der größeren Dampfstrahlpumpe (Injektor) gespeist werden, so daß der Dampfdruck rasch sinkt; daß dann stark gefeuert wird, um den Druck wieder auf die entsprechende Höhe zu bringen; daß beim Feuern die Heizthür unnötig lange offen gelassen wird, während gleichzeitig das Blasrohr mehr geschlossen ist; daß bei Stabilkesseln beim Feuern der Rauchschieber nicht geschlossen, bei Betriebseinstellung der Rost sofort blank gemacht, beim Auswaschen der Kessel das Wasser einfach abgelassen und in den noch heißen Kessel frisches Wasser eingefüllt wird u. dgl. Die Folgen sind dann Risse und Formänderungen, die zuletzt zu kostspieligen Ausbesserungen führen können. Besondere Vorsicht ist auch gegen das Einfrieren des Wassers im Kessel und dessen Rohren anzuwenden, da hierdurch unausweichlich Lockerungen und sogar Zerstörungen der Verbindungen eintreten können. Weiteres betreffs Wartung s. Dampfkesselexplosionen.

d) D a m p f k e s s e l d e f e k t e.

Die gute Erhaltung der Kessel ist nicht nur wegen der Betriebssicherheit, sondern auch wegen der Wirtschaftlichkeit des Betriebs von großer Bedeutung. Bei entsprechender Herstellung, Wartung und Instandhaltung beträgt die Lebensdauer eines Kessels ungefähr 25 Jahre; nach dieser Zeit sind die Kessel durch die fortwährenden Beanspruchungen gewöhnlich derart schadhaft, daß die Kosten der vorzunehmenden Ausbesserungen den Neuwert des Kessels überschreiten.

Die Kesselgebrechen lassen sich einteilen in Formveränderungen (Deformationen), innere und äußere Abzehrungen, Risse und Rillen.

An L o k o m o t i v k e s s e l n kommen am häufigsten folgende F o r m v e r ä n d e r u n g e n vor: allgemeine Ausbiegungen der inneren und äußeren Feuerbüchswände, örtliche Ausbauchungen der inneren Büchse zwischen je vier Stehbolzen, unrund und konisch gewordene Feuerrohrlöcher, durchgebogene und klaffende Nietsäume.

I n n e r e A b z e h r u n g e n treten besonders an der Rauchkammerrohrwand, an den unteren Teilen des Langkessels (in Form von Gruben und Mulden), und in der Feuerbüchse auf.

Ä u ß e r e A b z e h r u n g e n findet man am häufigsten in den unteren Teilen des Langkessels, in der Nähe der Auswaschlucken und Bolzen, an den unteren Büchsecken, in der Rauchkammer und in der Feuerbüchse. Schließlich gehören hierher die Abzehrungen der Feuerrohrbörtel, und der Stehbolzen- und Nietköpfe.

R i l l e n und F u r c h e n, welche mit der Zeit zu R i s s e n werden, kommen über scharfkantigen oder zu schmalen Kesselträgern, sowie an Stellen vor, welche durch Gangwerksteile in heftige Schwingungen versetzt werden. Besonders häufig finden sich Rillen an zu scharf gebogenen Blechbörtelungen, an Verankerungen mit zu kleiner Anpaßfläche, sowie in der Flucht der äußeren Stehbolzenreihen. Stehbolzen, Nieten und Verankerungen werden am häufigsten durch Risse schadhaft.

Bei S t a b i l k e s s e l n treten Formveränderungen vorzugsweise an Feuerrohren, an Feuerplatten bei Kesselsteinansammlungen im Innern, an den Stirnböden der Rauch- und Feuerröhrenkessel infolge der stärkeren Ausdehnung der Feuerrohre oder mangels genügender Verankerung auf. Bei schlecht aufgelagerten Kesseln entstehen durch zu hohen Auflagedruck örtliche Einbeulungen oder Durchbiegungen des ganzen Kesselrohrs, welche zu Rissen führen können.

Risse können auch an im Feuer liegenden Nietnähten entstehen, wenn als Folge plötzlichen Temperaturwechsels innere Spannungen im Blech auftreten. Wo wiederholte Biegungen zur Erschöpfung der Festigkeit führen, was besonders bei unvermittelten Querschnittsübergängen zu fürchten ist, bilden sich (wie bei den Lokomotivkesseln) oft aus anfänglichen Furchen und Rillen, Risse aus.

Am gefährlichsten sind namentlich bei eingemauerten Stabilkesseln die äußeren Abzeh-

rungen, welche durchaus den Rauchgasen stammende Schwefelsäure, durch Leckungen des Kessels oder durch Grundfeuchtigkeit u. dgl. hervorgerufen werden. Diese äußeren Abzehrungen schwächen das Kesselblech mitunter gleichmäßig in größeren Flächen, wodurch die Verschwächung schwer meßbar wird.

Die inneren Abrostungen im Dampfraum infolge des Bestreichens dieser nicht durch Wasser gekühlten Kesselwandungen durch Feuergase kommen bei Lokomotivkesseln nicht vor, während die inneren Zerfressungen (Korrosionen) im Wasserraum bei Stabil- und Lokomotivkesseln, und zwar vorzugsweise an den kältesten Teilen der Kessel und in der Nähe des Speisewassereintritts, erscheinen.

Die Ursachen der Dampfkesseldefekte liegen in den Beanspruchungen durch den wechselnden Dampfdruck, bei Lokomotiven auch in den Erschütterungen beim Fahren, in den durch die ungleichmäßige Erwärmung der einzelnen Kesselteile und deren verschiedenes Material hervorgerufenen Beanspruchungen, in chemischen Einwirkungen auf das Kesselmaterial. Spannungen infolge der ungleichen Erwärmung zeigen z. B. Röhrenkessel nach Art jener der Lokomotivkessel. Hierbei sind in dem innen durch Kesselwasser von beiläufig 180°, außen von Luft umspülten Lang- und Stehkessel die der unmittelbaren Wirkung des Feuers ausgesetzten Feuerbüchsplatten und Feuerrohre eingeschaltet, welche teils infolge des verhältnismäßig höheren Ausdehnungskoefficienten des Kupfers (wenn sie aus diesem Material bestehen), teils durch die unmittelbare Bespülung der Heizgase eine bedeutend größere Ausdehnung erfahren, als die äußeren Kesselbleche.

Für eine Wärmezunahme von 0—100° beträgt die Längenausdehnung des Eisens $^1/_{812}$, des Kupfers $^1/_{582}$, des Messings $^1/_{535}$ der ursprünglichen Länge.

Es müssen daher namentlich bei Kesseln mit Feuerröhren zufolge der Schwankungen des Dampfdrucks und der Temperatur der Heizgase beim Anheizen, beim Betrieb und beim Auskühlen des Kessels Biegungen in den vorderen und rückwärtigen Kesselwänden, sowie in den dazwischen liegenden Platten und bei Lokomotiv- und Lokomobilkesseln besonders auch in den Stehbolzen entstehen, die durch oftmalige Wiederholung endlich zur Zerstörung der betreffenden Teile führen.

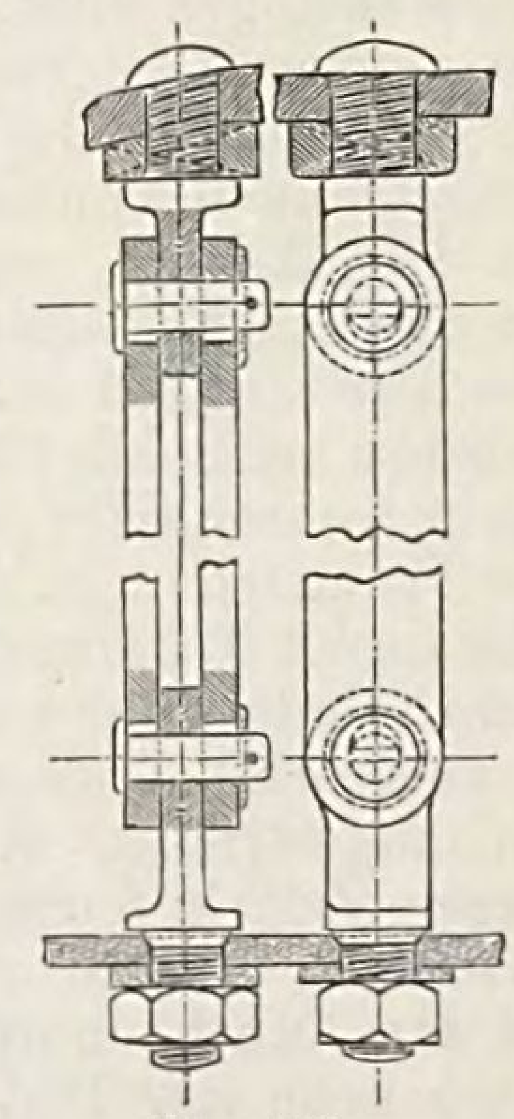
Die Art dieser Zerstörungen kann eine rein mechanische, wie bei den Rissen, oder eine mechanische und chemische zugleich sein, wie an Querschnittsübergängen oder an steifen Verbindungsteilen zwischen den äußeren und inneren Kesselwänden.

Durch diese Vorgänge werden auch Material- und Anarbeitungsfehler viel früher zu Tage treten, als wenn der Kessel in allen seinen Teilen gleichmäßig erwärmt oder durchaus gleich elastisch hergestellt sein könnte.

An jenen Stellen des Kessels, wo äußere oder innere Abzehrungen infolge von rein chemischen Einflüssen auftreten, sind das Material, die Temperatur, der Gehalt des Wassers an Säuren und Luft u. dgl. für die Stärke des Auftretens der Kesselausfressungen von Einfluß.

Zur thunlichsten Verhütung der Schäden infolge von Formveränderungen dienen: Richtige Ausmaße, sachgemäße Versteifung der Platten und Verteilung des Drucks oder des Schubs auf möglichst große Flächen, Vermeidung ungleichmäßiger Inanspruchnahme einzelner Kesselteile, Eckabrundungen mit großen Halbmessern, genügende Entfernung der Stehbolzen von den Ecken und Befestigung der Versteifungen ebener Wandteile mit einer entsprechenden Anzahl von Heftnieten.

Um den durch die Wärmewirkungen und das Aufwalzen der Rohre herbeigeführten Streckungen der Feuerbüchswände Rechnung zu tragen und die hieraus und durch den Rohrschub entstehenden schädlichen Druckübertragungen auf die Stehkesselwände zu vermeiden, sind nachgiebige Deckenstehbolzen (s. Fig. 542) und Seitenstehbolzen, Fig. 543 (System Siegmeth-Wehrenfennig) ausgeführt worden.


Fig. 542.

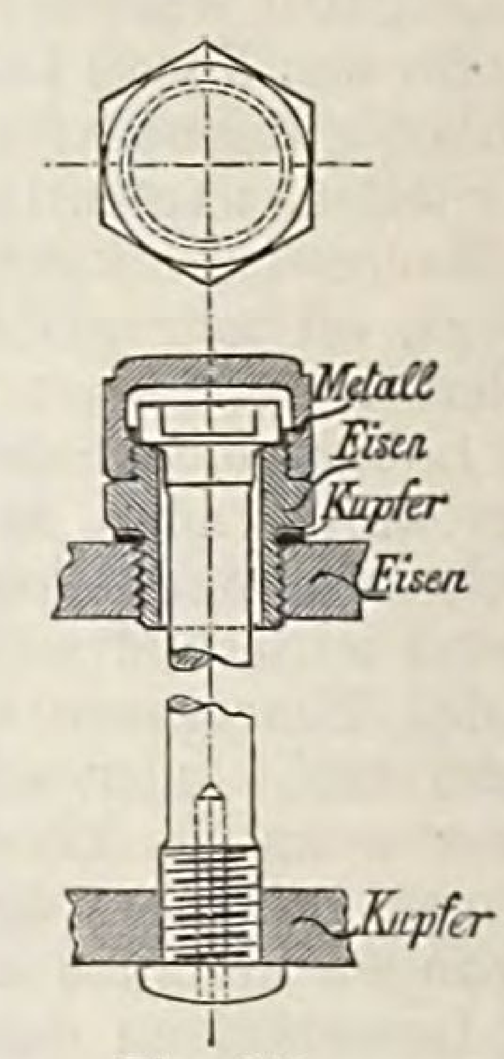


Fig. 543.

Die ersteren gestatten die ungehinderte Verschiebung der Feuerbüchsendecke nach oben vermittels des 4 mm betragenden Spiels der Bolzen in den länglichen Löchern der Hängelaschen; die beweglichen Seitenstehbolzen werden in die Feuerbüchswandung eingeschraubt, während sich das äußere Ende der Bolzen in einer mit der Außenbüchse fest verbundenen Kugelfläche dreht. (Organ f. d. F. d. E.-B., 1880, I. Heft).

Zur Verhütung der inneren Anfressungen werden die Bauchplatten mit Kupferblech (Feldbacher'sche Einlagen) oder mit Eisenblech belegt. Das Weiterfressen bereits entstandener Schäden kann durch Verzinnen der Gruben, durch Ausgießen mit Cement oder durch Überdecken mit aufgenieteten Blechtafeln verhindert werden.

Äußere Anrostungen werden durch sorgfältiges Nachstemmen der Nähte und gutes Dichten der Armaturen und Reinigungsluken, dann durch häufiges Anstreichen (der nicht im Feuer liegenden Kesseloberfläche) mit gutem Firnis (Bleimennige u. dgl.) zu verhüten gesucht.

Schadhafte Stellen in Feuerplatten müssen stets ausgehauen und dann erst überfleckt werden. Längsnahtrillen erfordern Auswechslungen der Kesselplatten. Quernahtrillen lassen jedoch Überfleckungen zu. Schadhafte innere und äußere Kesselflächen, welche nicht vom Feuer bestrichen werden, können mit Vorteil durch mittels Fleckschrauben befestigte, besser jedoch durch aufgenietete Innenflecke unschädlich gemacht werden.

e) Leistung der Dampfkessel.

Die theoretische Wärmemenge, welche 1 kg Brennstoff bei seiner Verbrennung auf dem Rost einer Feuerungsanlage liefern kann (d. i. der Heizwert) hängt von der Gattung des Brenn-

materials, bezw. von dessen chemischer Zusammensetzung ab. Ist diese bekannt, so läßt sich der Heizwert berechnen. Nach Grashof liefert 1 kg Brennstoff eine Wärmemenge in Kalorien von $W = 8000\,C + 29\,060\,H - 680\,H_2\,O - 600\,w$, wobei C den Kohlenstoff, H den Wasserstoff, $H_2\,O$ das chemisch gebundene Wasser und w das hygroskopische Wasser in Kilogramm bedeutet, welche in 1 kg Brennstoff enthalten sind.

Hiernach haben sich unter Annahme einer vollständigen Verbrennung für verschiedene Brennmaterialien die nachstehend verzeichneten, mittleren Heizwerte ergeben, nämlich für

lufttrockenes Holz	2731
lufttrockenen Torf	2743
lufttrockene Braunkohle	4176
Steinkohle	7483
Coaks	7065

Um den Heizwert eines bestimmten Brennmaterials möglichst genau zu ermitteln, empfiehlt es sich, mit dem betreffenden Brennmaterial besondere (kalorimetrische) Versuche vorzunehmen, s. Brennmaterialien.

In einer gewöhnlichen Feuerungsanlage kann der volle Heizwert W nicht ausgenutzt werden, da die Verbrennung niemals eine vollständige ist. Je vollständiger die Verbrennung, umso besser ist die Feuerungsanlage. Die Güte einer Feuerungsanlage kann durch das Verhältnis

$$g_f = \frac{\text{pro 1 kg Brennstoff entwickelte Wärmemenge}}{W}$$

ausgedrückt werden.

Für Steinkohlen ist g_f etwa mit 0,75, für Coaks mit 0,90 anzunehmen. Die auf dem Rost pro 1 kg Brennstoff entwickelte Wärmemenge ist hiernach gegeben durch das Produkt $g_f \times W$.

Unter Annahme einer mittleren Zusammensetzung des Brennstoffs sind zur Verbrennung von je 1 kg

lufttrockenen	Holzes	theoretisch	4,56 kg
„	Torfs	„	4,45 „
lufttrockener	Braunkohle	„	6,38 „
„	Steinkohle	„	10,8 „
lufttrockener	Coaks	„	10,36 „

Luft erforderlich.

Da aber nicht jedes Sauerstoffteilchen zu einem Brennstoffteilchen kommt, so ist eine größere Luftmenge nötig, und zwar bei Lokomotiven etwa das $1^3/_8$ fache, also beispielsweise für je 1 kg Steinkohle rund 15 kg Luft.

Dabei wird über dem Rost eine Temperatur erzeugt, welche nach der Formel

$$T_1 = T_0 + \frac{(1-\delta)\;g_f\,.\,W}{(1+L)\;s}$$

berechnet werden kann.

In dieser Formel ist T_0 die Temperatur der atmosphärischen Luft, T_1 die Temperatur der Gase über dem Rost, s die specifische Wärme der Heizgase (d. i. jene Zahl von Wärmeeinheiten, welche für 1 kg des Gasgemisches zur Temperaturserhöhung um 1° erforderlich ist), L die Luftmenge, welche pro 1 kg Brennmaterial verwendet wird, W die Wärmemenge bei vollkommener Verbrennung, g_f ein Koefficient, mit welchem W zu multiplizieren ist, um die thatsächliche auf dem Rost entwickelte Wärmemenge zu erhalten, δ das Verhältnis der ausgestrahlten, zur ganzen auf dem Rost entwickelten Wärmemenge ($\delta = 0{,}2$ bis 0,3).

Beispielsweise erhält man für Steinkohlenfeuerung und $T_0 = 0$, $\delta = 0{,}2$, $g_f = 0{,}75$, $W = 7483$, $s = 0{,}24$, $L = 15$, die Temperatur $T_1 = 1170°$.

Die zur Verbrennung nötige Luftmenge wird durch die Zugwirkung des Schornsteins herbeigeschafft.

Bei Lokomotiven ist es hauptsächlich der aus dem Blasrohr ausströmende Dampf, welcher die Zugwirkung erzeugt und ungefähr das 2,5- bis 2,8fache seines Gewichts an Verbrennungsgasen mit sich reißt.

Wenn v die Geschwindigkeit der in die freie Rostfläche (Summe der Rostspalten) eintretenden Luft und $m.R$ die freie Rostfläche darstellt, wobei m nach der Gattung des Brennmaterials anzunehmen ist, so findet sich nach Prof. G. Meyer aus

$$m.R.v = \frac{B.L}{1{,}3 \times 3600}$$

$$R = \frac{B.L}{1{,}3\,.\,3600\,.\,m\,.\,v}.$$

In dieser Formel ist R die Gesamtrostfläche in Quadratmetern, B die Brennmaterialmenge in Kilogramm, welche pro Stunde auf dem Rost verbrannt wird, L die Anzahl der Kilogramme Luft, welche zum Verbrennen von 1 kg Brennstoff erforderlich sind, wobei das Gewicht von 1 m³ Luft mit 1,3 kg angenommen und 3600 die Anzahl der Sekunden pro 1 Stunde ist.

In obiger Gleichung ist die Höhe der Brennstoffschicht nicht enthalten.

Für verschiedene Schichten ist v veränderlich und kann $v = \alpha.h$ gesetzt werden, wobei α einen Erfahrungskoefficienten und h die Schichthöhe bedeutet.

Für Steinkohlen ist im Mittel $m = {}^1/_3$, $h = 60$ bis 500 mm und $R = {}^1/_{300}\,B$ bis ${}^1/_{500}\,B$, je nachdem Staub- oder Stückkohle verfeuert wird.

Wenn aus Konstruktionsrücksichten kleine Roste verwendet werden müssen, so wird wegen der nötigen größeren Schichthöhe der Steinkohlen eine gröbere Kohlensorte (Stückkohle) als Brennmaterial genommen werden müssen.

Die Größe der gesamten Rostfläche soll nach Stühlen betragen:

a) Bei feststehenden Kesseln pro nutzbare (effektive) Pferdekraft

für Steinkohlenfeuerung	0,06 —0,075 m²,
„ Braunkohlenfeuerung	0,08 —0,12 „
„ Holzfeuerung	0,082—0,15 „

b) bei Lokomotivkesseln ${}^1/_{50}$ bis ${}^1/_{80}$ der gesamten Heizfläche;

c) für Lokomobilkessel ${}^1/_{30}$ bis ${}^1/_{50}$ der gesamten Heizfläche.

Bei einem Brennstoffverbrauch von 100 kg pro Stunde ist eine Gesamtrostfläche erforderlich bei

Steinkohlen	von 1,3—1,67 m²,
Braunkohlen	„ 1,2—1,4 „
trockenem Holz und Torf	„ 1,0—1,3 „
Coaks	„ 1,6—1,8 „

Die freie Rostfläche soll betragen:

Für Steinkohlenfeuerung	${}^1/_3$ bis ${}^1/_2$,
„ Braunkohlenfeuerung	${}^1/_5$ „ ${}^1/_3$,
„ Holzfeuerung	${}^1/_7$ „ ${}^1/_5$

der gesamten Rostfläche.

Bei Lokomotiven ist die Größe der Rostfläche der Breite nach durch die Spurweite der Räder, zwischen welchen der Rost liegt, der Länge nach durch die Möglichkeit einer noch bequemen und gleichmäßigen Beschickung begrenzt.

Theoretisch ist das Güteverhältnis g_h der Heizfläche ein Quotient, der das Verhältnis der durch die Heizfläche in den Kessel eingedrungenen zu der auf dem Rost nutzbar gemachten Wärmemenge darstellt.

Nach Prof. G. Meyer ist für Lokomotiven

$$g_h = \delta + (1-\delta)\left(1-\frac{t}{T_1}\right)\left(1-e^{\frac{-KH}{sQ}}\right),$$

in welcher Formel sind: δ der Koefficient der strahlenden Wärme, t die Temperatur des Kesselwassers (s. Dampf), T_1 die Temperatur der Heizgase über dem Rost, K diejenige Wärmemenge, die bei einer Temperatursänderung von 1^0 zwischen den Heizgasen und dem Kesselwasser stündlich pro Flächeneinheit (in Quadratmetern) der Heizfläche eindringen würde, H die Gesamtheizfläche in Quadratmetern, s die specifische Wärme der Heizgase, Q das Gewicht der pro 1 Stunde aus B kg erzeugten Heizgase, e die Basis der natürlichen Logarithmen. Bedeuten ferner B die Anzahl der Kilogramme Brennstoff, der in einer Stunde auf dem Rost verbrannt wird, und T_2 die Temperatur der Heizgase in der Rauchkammer und wird $t = 180^0$, $\delta = 0{,}2$, $T_1 = 1150^0$, $K = 30$, $O = 0{,}24$, $\frac{Q}{B} = 16$ angenommen, so hat man für

$\frac{H}{B}$	$^1/_{12}$	$^1/_{10}$	$^1/_8$	$^1/_6$	$^1/_5$	$^1/_4$	$^1/_3$	$^1/_2$
g_h	0,52	0,57	0,63	0,69	0,73	0,77	0,83	0,86

T_2 schwankt von 250—450°. Bei sehr langen Röhren, bei Verwendung von Rauchverzehrungsvorrichtungen und bei nicht übertriebener Feuerung kann sie bis auf 210° herabsinken.

Für jedes Kilogramm Dampf sind etwa 678 Wärmeeinheiten nötig, indem neben jedem Kilogramm Dampf auch etwas Wasser aus dem Kessel fortgeht. Es ist also, wenn W_k die in den Kessel pro Stunde eintretende Wärmemenge darstellt,

$$D = \frac{W_k}{678}.$$

Aus den vorstehend angegebenen Werten kann nun aus

$$\frac{D}{H} = \frac{1}{678}\cdot g_h \frac{K.T_1}{(1-\delta)\ log\ nat\ \frac{T_1-t}{T_2-t}}$$

$$\text{und } \frac{D}{B} = \frac{1}{678}\cdot g_h \cdot g_f\ W$$

die stündliche Dampferzeugung D in Kilogramm pro 1 m² Heizfläche und die Dampferzeugung in Kilogramm pro 1 kg Brennmaterial berechnet werden.

Für Steinkohle und für $K = 30$, $T_1 = 1150^0$, $\delta = 0{,}2$, $t = 180^0$, $g_f = 0{,}75$, $W = 7483$ wird:

$g_h =$	0,52	0,57	0,63	0,69	0,73	0,77	0,83	0,86
$\frac{D}{H} =$	51	46	41	34	30	26	20	14
$\frac{D}{B} =$	4,2	4,6	5,1	5,7	6,0	6,4	6,9	7,9

Soll z. B. die Rost- und Heizfläche eines Lokomotivkessels berechnet werden, so hat man in Betracht zu ziehen:

1. Den aus dem Rauminhalt des Dampfcylinders und dem Füllungsverhältnis, sowie der Umdrehungszahl der Räder berechneten Dampfverbrauch,

2. das zur Verwendung gelangende Brennmaterial,

3. die Art der Ausnutzung des Brennmaterials (vorteilhaftes oder übermäßiges Feuern, Verfeuerung in Personenzugs-, Güterzugs- oder Gebirgsmaschinen),

4. die mit zunehmender Umdrehungszahl der Maschine steigende Verdampfung.

Für

$$\frac{H}{R} = \frac{\text{Heizfläche in Quadratmetern}}{\text{Rostfläche in Quadratmetern}}$$

$$\frac{B}{R} = \frac{\text{stündlich verbrannte Kohle in kg}}{\text{Rostfläche in Quadratmetern}}$$

$$g_h = \frac{\text{durch die Heizfläche aufgenommene Wärme}}{\text{auf dem Rost nutzbar entwickelte Wärme}}$$

$$\frac{D}{B} = \frac{\text{stündlich erzeugtes Dampfgewicht in kg}}{\text{stündlicher Brennstoffverbrauch in kg}}$$

$$\frac{D}{H} = \frac{\text{stündlich erzeugtes Dampfgewicht in kg}}{\text{Größe der Heizfläche in Quadratmetern}}$$

ist nach Grove (Handbuch für specielle Eisenbahntechnik von Heusinger v. Waldegg)

$g_h =$	0,60	0,65	0,70	0,75
für Coaksfeuerung				
$\frac{D}{H}$ in Kilogramm =	50	45	39,4	34,0
$\frac{D}{B}$ in Kilogramm =	5,1	5,5	5,9	6,4
für Steinkohlenfeuerung				
$\frac{D}{H}$ in Kilogramm =	42,8	38,0	33,3	28,5
$\frac{D}{B}$ in Kilogramm =	5,0	5,4	5,8	6,2.

Ferner ist für Coaksfeuerung:

Bei Personenzugsmaschinen

$\frac{H}{R} = 70—90$, $\frac{B}{R} = 500—550$, $g_h = 0{,}67—0{,}74$,

bei Güterzugsmaschinen

$\frac{H}{R} = 80—100$, $\frac{B}{R} = 500$, $g_h = 0{,}72—0{,}77$,

bei Gebirgsmaschinen

$\frac{H}{R} = 120$, $\frac{B}{R} = 600$, $g_h = 0{,}77$;

für Steinkohlenfeuerung:

bei Personenzugsmaschinen

$\frac{H}{R} = 50—60$, $\frac{B}{R} = 400—450$, $g_h = 0{,}60—0{,}70$,

bei Güterzugsmaschinen

$\frac{H}{R} = 60—80$, $\frac{B}{R} = 400$, $g_h = 0{,}67—0{,}73$,

bei Gebirgsmaschinen

$\frac{H}{R} = 100$, $\frac{B}{R} = 500$, $g_h = 0{,}73$.

Wäre z. B. ein Lokomotivkessel, welcher bei Coaksfeuerung stündlich 3000 kg Dampf zu liefern hätte, unter den Verhältnissen $\frac{H}{R} = 85$, $\frac{B}{R} = 500$ zu berechnen, so würden nach vorangeführten Ziffern und entsprechender Zwischenschaltung (Interpolation)

$$g_h = 0{,}73,\ \frac{D}{B} = 6{,}2 \text{ und } \frac{D}{H} = 36$$

werden.

Da nun $H = \frac{D}{\frac{D}{H}}$, $B = \frac{D}{\frac{D}{B}}$, $R = \frac{H}{\frac{H}{R}}$ ist, so entspricht $H = \frac{3000}{36} =$ rund 84 m²

$$\text{und } R = \frac{3000}{36 \times 85} = \text{rund } 1 \text{ m}^2.$$

Für Überschläge rechnet man (nach Stühlen) an Heizfläche pro nutzbare Pferdekraft:

a) für gewöhnliche Kessel.....1,5—2 m^2
b) „ Gußstahlkessel undKessel mit dünnen Eisenstärken 1,2—1,5 „
c) „ Kessel, bei denen Haftung auf geringen Kohlenverbrauch eingegangen wird 2,5 m^2
d) „ Lokomotivkessel bei scharfem künstlichen Zug 0,4—0,6 „
e) „ Lokomobilkessel 0,8—1,2 „

Für Dampfkessel unter 10 Pferdekräften nimmt man die Heizfläche pro Pferdekraft größer, und zwar nehme man dieselbe für

Dampfkessel von 10—8 Pferdekräften = 1 —1,1
„ „ 8—5 „ = 1,1—1,2
„ „ 5—3 „ = 1,2—1,3
„ „ 3—1 „ = 1,3—1,5

von den obigen Angaben.

Die Verdampfung beträgt pro nutzbare Pferdekraft und Stunde bei gut konstruierten Hochdruckmaschinen ohne Kondensation und ohne Expansion 0,025—0,030 m^3 und bei Lokomotiven 0,012—0,013 m^3.

1 m^2 Heizfläche verdampft Wasser pro Stunde bei

gewöhnlichen Kesseln 15—20 kg
Gußstahlkesseln.............. 20—25 „
Lokomotiv- { nach Stühlen..... 42—50 „
kesseln { nach Probefahrten 30—55 „

Der Verbrauch an Steinkohlen beträgt (bei Hochdruckmaschinen) pro Pferdekraft und Tag zu 12 Stunden 50—60 kg.

3 kg mittlerer Steinkohlen verdampfen so viel als 5 kg Braunkohlen oder 8 kg Holz.

Durchschnittlich kann man die von 1 kg Brennstoff erzeugte Dampfmenge annehmen bei:

lufttrockenem Holz mit 2,4 kg
trockenem Torf „ 4,2 „
Torf mit 20% Wasser.... „ 3,1 „
Braunkohle „ 3,9 „
mittlerer Steinkohle „ 6,5 „
Coaks mit 15% Asche.... „ 5,2 „

Bei den meisten Bahnen sind Erfahrungsformeln zur Berechnung der Leistungsfähigkeit eines Lokomotivkessels in Gebrauch.

Diese werden auf Grund der für diese Bahnen geltenden Verhältnisse aufgestellt und sollen daher nur für diese benutzt werden.

Als eine solchen Formeln zu Grunde zu legende Erfahrung kann gelten, daß auch bei der größten Leistung eines Lokomotivkessels pro Stunde und Pferdekraft 12 bis 14 Liter Wasser verdampft werden und daß die Leistungsfähigkeit des Kessels wesentlich von der Anzahl der Auspuffungen, also vom Raddurchmesser, und der Geschwindigkeit abhängt.

Nachstehend (S. 878) folgt eine Tabelle über Feuerung und Heizfläche der D. (Steinkohlenfeuerung).

f) Berechnung der Kesselwandstärke.

Die Widerstandsfähigkeit eines Kessels gegen die Kräfte, welche ihn der Form nach zu verändern streben, nimmt mit seiner Wandstärke (Dicke der Wandbleche) zu.

Stärkere Wandungen bedingen jedoch ein größeres Gewicht des Kessels und, in jenen Teilen, durch welche die Wärme der Heizgase dem Kesselwasser zugeführt werden soll, überdies eine Verschlechterung der Fähigkeit, Wärme zu übertragen.

Wenn den Blechen wegen der Bearbeitung derselben keine größere Dicke gegeben werden muß, so wird die Dicke der Kesselwand nur so groß zu nehmen sein, daß der Kessel mit einer entsprechenden Sicherheit und, rücksichtlich der durch den Betrieb sich ergebenden Abnutzungen, auf eine gewisse Dauer den formverändernden Einflüssen zu widerstehen vermag.

Die Spannungen, welche in den Kesselwandungen auftreten, sind nicht nur von der Größe des Dampfdrucks, sondern auch von der Form der Kesselwände und, wo solche vorhanden sind, von der Anordnung der Kesselwandversteifungen abhängig.

Rücksichtlich der Form sind hauptsächlich zu unterscheiden: Kreiscylindrische oder schlechtweg cylindrische Flächen, Kugelflächen und ebene Wandflächen.

α) Cylinderwand mit innerem Dampfdruck.

Bezeichnet man die Dicke der cylindrischen Wandung mit δ cm, den inneren Durchmesser des Cylinders mit D cm, die zulässige Inanspruchnahme des Materials pro 1 cm^2 mit J kg, die nutzbare (effektive) Dampfspannung im Kessel, d. i. den Überdruck des Dampfes über den äußeren Atmosphärendruck pro 1 cm^2 der Wandfläche mit p kg, so ist

$$\delta = \frac{D}{2\,J} . p \dots\dots\dots\dots\dots 1)$$

Diese Formel setzt voraus, daß der Kesselcylinder aus einem Stück hergestellt sei. Ist derselbe aus miteinander vernieteten Platten erzeugt, so muß auf die Verschwächung Rücksicht genommen werden, welche die Bleche durch die Nietung erleiden. Die größte Verschwächung der Wandung wird durch diejenigen Nietreihen hervorgerufen, welche mit der Cylinderachse parallel sind.

Ist der Abstand von zwei in einer Reihe stehenden Nieten e cm, der Durchmesser der Nietbolzen d cm, so ist die Verschwächung in der Nietnaht im Verhältnis zur Festigkeit des ungelochten Blechs gegeben durch

$$v = \frac{e - d}{e}.$$

Soll die Inanspruchnahme des genieteten Kesselcylinders nicht höher als im vorhergehenden Fall sein, so ist in Formel 1) an Stelle von J der Wert $v . J$ zu setzen und man erhält dann

$$\delta = \frac{D}{2\,v . J} . p \dots\dots\dots\dots 2)$$

Wird ferner beachtet, daß beim Betrieb Schwankungen der Dampfspannung nicht leicht zu vermeiden sind, daß aber eine Überschreitung der gewöhnlichen Spannung p um mehr als 2 at nicht wohl anzunehmen ist, daß endlich der Kessel sowohl im innern als von außen Abnutzungen erleidet, welche jedoch bei sorgfältiger Wartung erst nach Jahren mehr als 0,2 cm betragen werden, so ergiebt sich, wenn nun auch diesen Umständen Rechnung getragen wird, als endgültige Formel für die Wandstärke eines genieteten cylindrischen Kessels

$$\delta = \frac{D}{2\,v . J} . (p + 2) + 0{,}2 \dots\dots 3)$$

Wird die Zugfestigkeit des Kesselblechs (Schweißeisen, Flußeisen) mit 4000 kg pro 1 cm^2

Art der Verbrennung	In 1 Stunde: verbrennt Kohle pro 1 m² Heizfläche (Forcierungsgrad der Feuerung) $B:H$	In 1 Stunde: 1 m² Rostfläche verbrennt Kohle $B:R$	Verhältnis der Heizfläche / Rostfläche $H:R$	Zugeführte Luftmenge in der Stunde und für 1 kg Brennstoff L	Wirkungsgrad der Feuerung g_f	Verbrennungstemperatur (in Grad Celsius) T	Temperatur der Heizgase im Fuchs (in Grad Celsius) T_1	Wirkungsgrad der Heizfläche g_h	Wirkungsgrad der Kesselanlage $g_f \cdot g_h$	Des Kessels Leistung: 1 kg Brennstoff erzeugt Dampf $D:B$, ohne Vorwärmer	Des Kessels Leistung: $D:B$, mit Vorwärmer	Des Kessels Anstrengung: 1 m² Heizfläche erzeugt Dampf in der Stunde $D:H$, ohne Vorwärmer	Des Kessels Anstrengung: $D:H$, mit Vorwärmer	Art der Feuerungsanlage
	kg	kg		kg						kg	kg	kg	kg	
Lokomotivkessel:														
Kessel von Gebirgslokomotiven	5	350—500	80—100	15,0	0,75	1025	367	0,749	0,562	6,29	—	31,45	—	$\delta = 0,3$
Kessel von Güterzugslokomotiven ..	6		60—80				413	0,718	0,539	6,03	—	36,18	—	
Kessel von Personenzugslokomot. ..	7		50—70				463	0,684	0,513	5,75	—	40,35	—	
Stationäre Kessel:														
sehr langsam	1	40—50	40—50	22,0	0,90	856	169	0,862	0,776	8,95	10,01	8,95	10,01	Innenfeuerung
						978	170	0,861	0,775	8,94	10,00	8,94	10,00	Unterfeuerung
						1223	174	0,858	0,762	8,79	9,83	8,79	9,83	Vorfeuerung
langsam	2	50—70	25—35	20,5	0,85	865	233	0,811	0,689	7,95	8,89	15,90	17,78	Innenfeuerung
						988	246	0,801	0,681	7,86	8,78	15,72	17,56	Unterfeuerung
						1235	272	0,780	0,663	7,65	8,55	15,30	17,10	Vorfeuerung
normal	3	70—100	23—33	19,0	0,85	930	314	0,764	0,649	7,49	8,37	22,47	25,11	Innenfeuerung
						1062	341	0,743	0,631	7,28	8,14	21,84	24,42	Unterfeuerung
						1328	394	0,713	0,596	6,88	7,69	20,64	23,07	Vorfeuerung
lebhaft	5	100	20	17,5	0,80	946	434	0,679	0,543	6,27	7,00	31,35	35,00	Innenfeuerung
						1081	482	0,643	0,514	5,93	6,63	29,65	33,15	Unterfeuerung
						1351	586	0,567	0,454	5,24	5,86	26,20	29,30	Vorfeuerung

Bemerkung: Vorstehende Tabelle bezieht sich auf Steinkohle mittlerer Qualität mit einer Zusammensetzung nach der Formel

$$(0,766\ C + 0,041\ H + 0,163\ H_2O + 0,030 \text{ Asche})$$

mit einem absoluten Heizeffekt $W = 7500$. Die Wärmeverluste der Abkühlungsfläche sind nicht berücksichtigt (5—8 %). Die theoretisch erforderliche Luftmenge beträgt $L = 10,4$ kg für 1 kg Kohle. Dampftemperatur $t = 158^0$ (bei Lokomotiven 183°). Wassergehalt des Dampfes 5 %, bei Lokomotiven 20 %. Speisewassertemperatur $t_0 = 10^0$, bei Vorwärmern 80°. Temperatur der äußeren Luft $T_0 = 0^0$. Specifische Wärme der Heizgase $s = 0,24$. Wärmedurchgangskoefficient $K = 23$, für Lokomotiven $K = 30$. Das Ausstrahlungsverhältnis δ ist angenommen bei Innenfeuerung = 0,30, bei Unterfeuerung = 0,20, bei Vorfeuerung = 0. (Vergl. „Hütte“, Jahrgang 1890.)

angenommen also für eine fünffache Sicherheit $J = 800$ kg pro 1 cm^2 gesetzt, und sei die Verschwächung bei doppelter Nietung $v = 0{,}75$, so daß $v.J$ mit 600 kg zu beziffern wäre, so erhält man

$$\delta = \frac{D}{1200}(p + 2) + 0{,}2 \ldots\ldots 3a)$$

Hiernach würde man beispielsweise für $D = 120$ cm und $p = 10$ at finden

$$\delta = \frac{120}{1200}(10 + 2) + 0{,}2 = 1{,}4 \text{ cm} = 14 \text{ mm}$$

Die erforderliche Blechstärke von Lokomotivlangkesseln wird häufig nach der Formel

$$\delta = \frac{D}{1000}\, p$$

berechnet.

β) Cylinderwand mit äußerem Druck. Während die cylindrische Wandung mit innerem Druck durch diesen eine Formänderung erfährt, bei welcher die cylindrische Form erhalten bleibt und in der Wandung nur Spannungen einer Art (Zugspannung) auftreten, ist die cylindrische Wand mit äußerem Druck nur solange durch eine Art von Spannungen (Druckspannung) beansprucht, als die genaue Cylinderform thatsächlich vorhanden war oder erhalten bleibt.

Jede Abweichung von der Cylinderform bedingt eine Biegungsbeanspruchung der Wandung und ergiebt sich dann das Streben nach einer Vergrößerung der Abweichung von einem kreisförmigen Cylinderquerschnitt. Da eine genaue kreiscylindrische Form bei genieteten Cylindern niemals vorhanden ist, so müssen dieselben in der Wandung entweder viel stärker gehalten werden als Cylinder von derselben Weite für den gleichen, aber inneren Dampfdruck, oder es müssen besondere Kesselversteifungen angewendet werden.

Für die Wandstärke von Rohren mit geringem Durchmesser (Feuerrohre der Lokomotiv- und Schiffskessel) genügt es, zur Berechnung der Wandstärke die Formel 3) zu benutzen. In derselben ist für $v = 1$ und $J = 800$ zu setzen und man erhält

$$\delta = \frac{D}{1600}(p + 2) + 0{,}2 \ldots\ldots 3b)$$

Für nicht versteifte, glatte Flammrohre von größerem Durchmesser wird vielfach die Formel

$$\delta = 0{,}0018\, D p + 0{,}4 \ldots\ldots\ldots 4)$$

angewendet.

Es empfiehlt sich, die Länge solcher Rohre nicht größer zu wählen als

$$l \text{ cm} = 164600 \frac{\delta^2}{p D} \ldots\ldots\ldots\ldots 5)$$

Die Blechdicke versteifter Flammrohre kann nach den für Cylinderkessel mit innerem Druck angegebenen Formeln berechnet werden; es soll aber die Wandstärke nicht unter 0,7 cm genommen werden. Wird die Absteifung des Rohrs durch Versteifungsringe bewirkt, so ist die größte, zulässige Entfernung derselben nach der Formel 5) zu bestimmen.

Die Abmessungen der Winkeleisen, aus welchen die Versteifungsringe häufig hergestellt werden, lassen sich mit Hilfe der Formel

$$\frac{1}{6}\, b h^2 J = \frac{1}{4}\, p.D.\delta\, l$$

ermitteln, wobei b die Dicke und h die Höhe des senkrecht zur Rohrwand stehenden Winkelschenkels, l den Abstand der Versteifungsringe voneinander bedeutet; der wagerechte Schenkel ist hierbei nicht in Rechnung gezogen.

Winkeleisen werden übrigens nur zur Versteifung bestehender Kessel verwendet, während man die Versteifung neuer Kessel durch andere Mittel erreicht (Flantschenvernietung der Schüsse, Verlaschung der Schüsse mittels Ω-Eisen, Wellrohre).

γ) Kugelfläche mit innerem Druck. In diesem Fall ergiebt sich die Blechstärke ohne Rücksicht auf eine Verschwächung durch Nieten zu

$$\delta = \frac{R\, p}{2\, J} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 6)$$

und bedeutet hierbei R den inneren Halbmesser der Kugelwand in Centimetern.

In ähnlicher Weise, wie bei den cylindrischen Flächen erhält man unter Berücksichtigung der Nietung, der Abnutzung und der Betriebsunregelmäßigkeiten

$$\delta = \frac{R}{2\, v\, J}.(p + 2) + 0{,}2 \ldots\ldots 7)$$

Setzt man hierin wieder $v = 0{,}75$ und $J = 800$, so ist

$$\delta = \frac{R}{1200}(p + 2) + 0{,}2 \ldots\ldots 7a)$$

δ) Ebene Wandfläche.

Um die verwendeten Bleche nicht übermäßig stark nehmen zu müssen, erhalten ebene Wandflächen in der Regel Absteifungen. Angenähert kann die Wandbreite zwischen den Absteifungen als Länge l cm eines eingespannten Trägers aufgefasst werden, so daß man annimmt

$$\frac{1}{12}\, p\, l^2 = \frac{1}{6}\, \delta^2 J,$$

woraus man erhält

$$\delta = l \sqrt{\frac{p}{2\, J}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 8)$$

Wird auf Abnutzung, Überschreitung der Normalspannung und Nietverschwächung Rücksicht genommen, so ergiebt sich

$$\delta = l. \sqrt{\frac{p + 2}{2\, v\, J}} + 0{,}2 \ldots\ldots 8a)$$

Handelt es sich um eine Absteifung durch Stehbolzen, so kann die Formel 8*a*) ebenfalls benutzt werden, wenn unter l der Abstand der Stehbolzenreihen voneinander verstanden wird.

Es ist dabei zu beachten, daß auch die Bolzen selbst keine zu große Inanspruchnahme erfahren dürfen.

Bezeichnet d cm den Bolzendurchmesser und a cm die gegenseitige Entfernung zweier Bolzen einer Reihe, so muß sein

$$\frac{d^2 \pi}{4}\, J = a\, l\, p \ldots\ldots\ldots\ldots 9)$$

oder, ähnlich wie vorher, mit einer näherungsweise genügenden Kürzung

$$\frac{3}{4}\,(d + 0{,}4)^2\, J = a.l\,(p + 2) \ldots 9a)$$

Hieraus ergiebt sich die zulässige Distanz zweier Bolzen einer Reihe mit

$$a = \frac{3}{4} \cdot \frac{(d + 0{,}4)^2}{l} \cdot \frac{J}{p + 2} \ldots\ldots 10)$$

Für $a = l$ erhält man

$$a = 0{,}87\,(d - 0{,}4) \sqrt{\frac{J}{p + 2}} \ldots 10a)$$

als zulässige Entfernung der Bolzen bei einer quadratartigen Einteilung derselben.

V. Geschichtliche Entwicklung der D.

Schon im Jahr 1690 hatte Papin eine Dampfmaschine erdacht, welche aus einem oben offenen, mit einem Kolben versehenen Cylinder bestand, auf dessen dünnwandigem Boden Wasser zur Verdampfung gebracht wurde. Nach ihm erfand Savéry einen retortenförmigen Dampferzeugungsapparat, der wie Papins Dampfcylinder infolge der Kondensation des erzeugten Dampfes und der dadurch bewirkten Luftleere Arbeit verrichten sollte. Newcomen führte (1711) die erste, auf der gleichen Grundlage beruhende, sogenannte Feuermaschine mit einem blasenartigen Kessel aus; doch war es erst Watt (1769—1800) vorbehalten, mit seinem Kofferkessel und seiner für jene Zeit in den Hauptsachen schon recht vollkommenen Dampfmaschine der Verwendung des Dampfes für den Betrieb von Maschinen größere Bedeutung zu verschaffen.

Von da an hatte die Entwicklung der Kessel festen Boden gewonnen und es beginnen vom Jahr 1800 an die Bestrebungen, Dämpfe von höherer Spannung als einer halben oder höchstens einer ganzen Atmosphäre zu verwenden.

Der Watt'sche Kofferkessel ist als der erste praktische und leistungsfähige Kessel zu betrachten. Spätere Ausführungen desselben hat Watt selbst schon mit einem durch den ganzen Kessel gehenden Feuerrohr versehen.

Der erste auf Räder gestellte und auf unverzahnten Schienen zur Beförderung von Lasten verwendete Dampfkessel wurde von dem englischen Ingenieur Trevithick im Jahr 1804 ausgeführt.

Später (1811) baute Blenkinsop für seine Zahnradlokomotive einen cylindrischen Kessel mit einem der ganzen Länge nach durchgehenden Feuerrohr, in welch letzterem sich der Rost befand.

Im Jahr 1812 verwendeten Blacket und Hedley für ihre Lokomotive, welche glatte Radlaufflächen besaß, einen mit rückkehrendem Rauchrohr versehenen Dampfkessel, dessen Heizung vom Schornsteinende aus vorgenommen wurde.

Man gelangte bald zur Erkenntnis, daß nicht nur die Vergrößerung der Heizfläche, sondern auch eine gesteigerte Anfachung des Feuers der Leistungsfähigkeit des D. wesentlich zu statten käme. Dieser letzteren Bedingung trachtete man anfänglich nur durch passende Wahl der Schornsteinweite möglichst zu entsprechen. Erst im Jahr 1815 wurde in dieser Hinsicht ein bedeutender Fortschritt gemacht, indem Stephenson bei seiner Killingworth-Maschine das Blasrohr zur Zugerzeugung anwendete.

Hauptsächlich diese Verbesserung machte es möglich, daß George Stephenson am 27. September 1825 mit seiner Lokomotive einen 90 t schweren Wagenzug in 65 Minuten auf der 14,5 km langen Stockton-Darlington-Bahn mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 19,3 km pro Stunde befördern konnte.

Im Jahr 1828 baute Robert Stephenson, der Sohn Georges, einen 2,67 m langen, 1,372 m weiten cylindrischen Lokomotivkessel, der zwei 0,507 m weite Feuerrohre mit Innenfeuerung enthielt, die in einen gemeinschaftlichen Schornstein mündeten. Durch diese Kesselkonstruktion war die Heizfläche abermals wirksam vergrößert und eine achtungswerte Leistung erzielt worden.

Auch Séguin, Direktor der Eisenbahn von St. Étienne nach Lyon, hatte zur selben Zeit den Nutzen einer solchen Vergrößerung der Heizfläche erkannt und bereits im Jahr 1827 ein französisches Patent auf die Anbringung dünnwandiger Röhren genommen.

Die hiernach entworfenen Kessel kamen jedoch nicht sofort zur Ausführung.

Die nahe Vollendung der Liverpool-Manchester-Eisenbahn gab im Jahr 1829 den Anstoß zur Erbauung dreier Preisbewerbungslokomotiven. Hierbei kamen in Wettbewerb:

1. Die „Sans Pareil" von Hackworth, deren cylindrischer Kessel, Fig. 544, bei einer

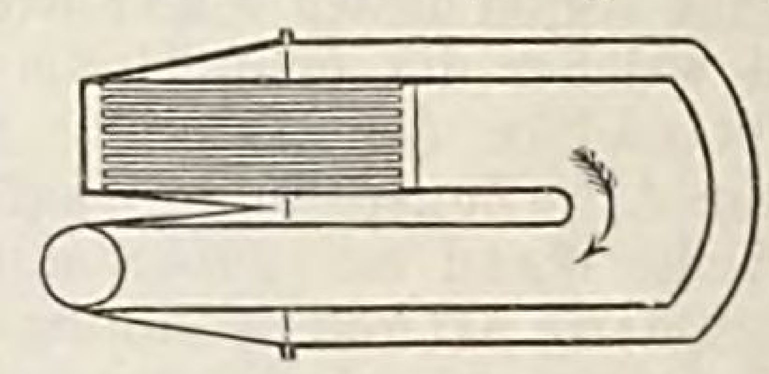


Fig. 544.

Länge von 2,388 m, einer Weite von 1,830 m, ein Feuerrohr von 0,61 m Durchmesser und ein Blasrohr besaß.

2. Die „Novelty" von Braithwaite & Erickson mit einem eigentümlichen, in Fig. 545 dargestellten Kessel.

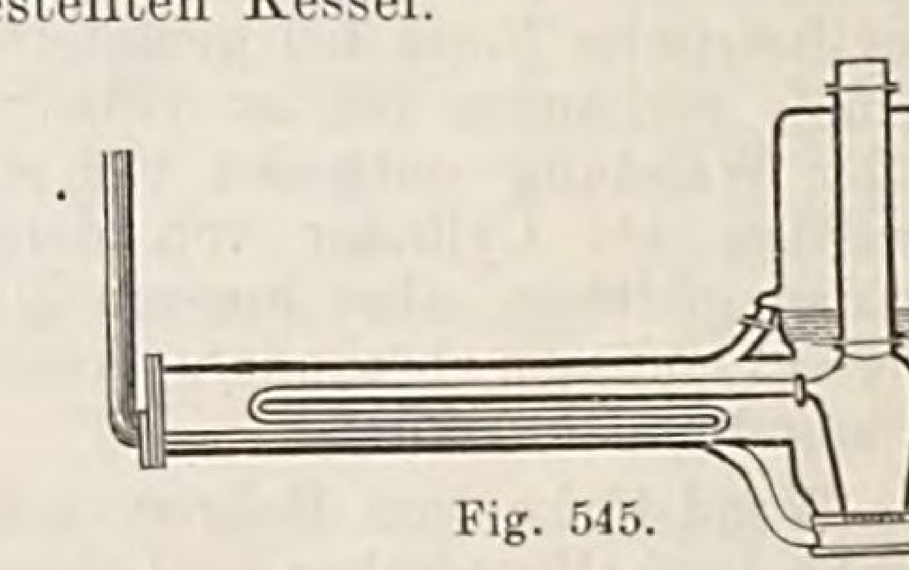


Fig. 545.

3. Die „Rocket" von Robert Stephenson, bei welcher schon eine besondere Feuer-

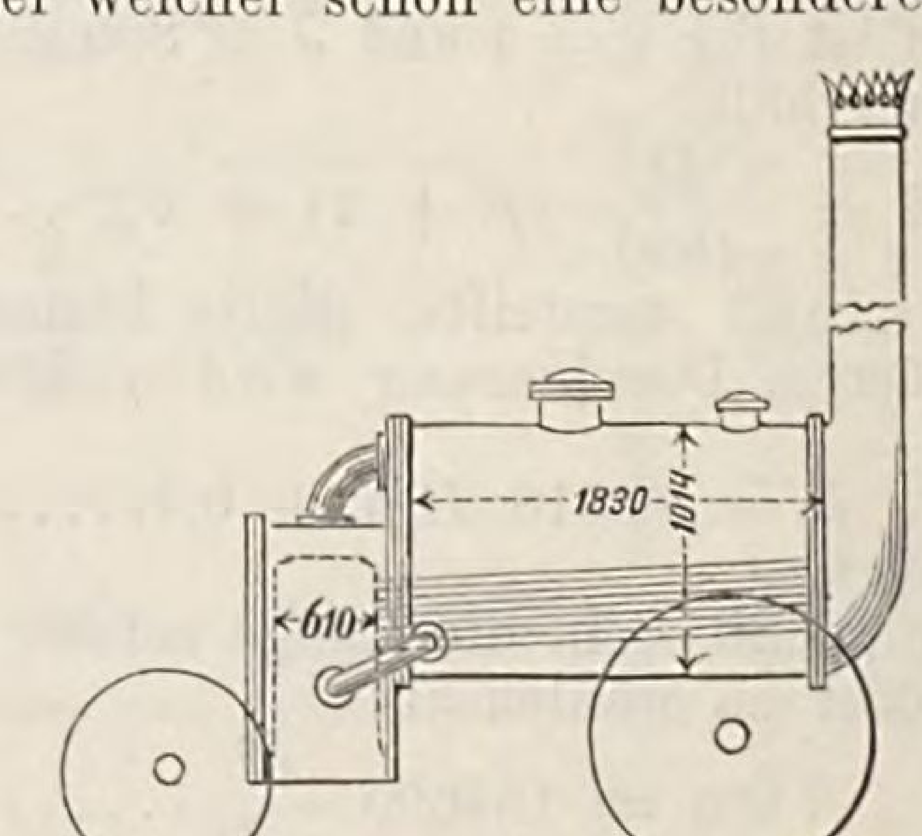


Fig. 546.

büchse, 25 kupferne Feuerrohre und sogar zwei Blasrohre zur Verwendung kamen (Fig. 546).

Die Heizfläche der 1829 aus dem Wettbewerbe sieghaft hervorgegangenen „Rocket" betrug schon 12,8 m², die Rostfläche 0,557 m². (Rühlmanns Allgemeine Maschinenlehre, III. Band; Heusinger v. Waldeggs Handbuch für specielle Eisenbahntechnik, III. Band.)

Bei den weiteren Ausführungen der nach der Stephenson'schen Type erbauten Lokomotiven wuchsen diese Ausmaße, den höheren An-

forderungen entsprechend, immer mehr. Vom Jahr 1830 an näherte sich die Bauart der Stephenson'schen Lokomotiven bereits der heutigen, bei welcher die Feuerbüchsmanteldecke die Verlängerung des Cylinderkessels nach rückwärts bildet, welche Grundform seither ziemlich allgemein beibehalten wird. Durch das Bestreben, einen möglichst großen Dampfraum zu erhalten, bildete sich allmählich die über der Feuerbüchsdecke sich erhebende Kuppelform des Stehkessels aus, die ursprünglich als amerikanische Kesselform galt.

Heute noch sind Lokomotiven mit überhöhten Stehkesseln im Verkehr, im allgemeinen ist jedoch diese Form verlassen und es sind die sogenannten Dome, welche am Rücken des cylindrischen Kessels aufgesetzt werden, an ihre Stelle getreten.

Im übrigen sind die Grundformen der Lokomotivkessel bis nun ziemlich dieselben geblieben, und erst in der jüngsten Zeit sind neue Kesselbauarten und Entwürfe aufgetaucht, deren Bewährung aber erst noch abzuwarten ist.

Folgende Tabelle enthält einige historische, auf die Entwicklung der Leistungsfähigkeit der Lokomotivkessel bezügliche Angaben.

Jahr	Eigentumsbahn und Erbauer der Lokomotive	Rost- Fläche	Heiz- Fläche	Rohr- Länge	Rohr- Zahl	Dampfdruck	Anmerkung
		m²	m²	m		at	
1829	Liverpool-Manchester Bahn, „Rocket“, Georg Stephenson	0,56	12,8	1,830	25	3,33	Siehe Fig. 546.
1830	Stockton-Darlington-Bahn, „Planet“, Georg Stephenson	0,60	29,2	1,980	94	3,33	
1840	Wien-Gloggnitzer Bahn, Maschinenfabrik der Wien-Raaber Bahn (jetzt Maschinenfabrik der öst.-ung. Staatseisenbahngesellschaft)	0,79	33,5	2,450	75	5,5	Erste österreichische Lokomotive
1841	Turner u. Evans in Newton, „Ajax“, für die öst. Nordb.	1,00	60,6	2,790	131	$6^2/_3$	
1842	K. k. nördl. Staatsbahn, Günther in Wr.-Neustadt (jetzt Lokomotivfabriksaktiengesellschaft in Wr.-Neustadt)	0,92	46,3	2,640	100	5,5	Erste in Wr.-Neustadt erbaute Lokomotive
1856	Orientbahn (jetzt öst. Südbahn), Kessler in Esslingen (jetzt Maschinenfabrik Esslingen)	1,38	120,3	4,330	160	6,6	Personenzugslokomotive
1866	Köln-Mindener Bahn (jetzt kgl. Direktion Köln rechtsrheinisch), mehrere Fabriken	1,58	120,1	4,260	196	8	Personen- u. Güterzugslokomotive
1867	Schweizerische Nordostbahn, mehrere Fabriken	1,60	131,7	4,159	159	10	Güterzugslokomot.
1880	Kgl. preußische Staatsbahnen (von fast allen deutschen Fabriken geliefert)	1,53	124,8	4,450	186	10	Normalgüterzugslokomotive
1882	Französische Midibahn, aus verschiedenen Fabriken	1,56	113,5	4,450	166	8,5	Lokomotive für gemischte Züge

Nachstehende Angaben von in den letzten Jahren gebauten Lokomotiven geben ein Bild, wie weit man gegenwärtig in dem Ausmaß der Rostflächen, in der Anzahl der Rohre und in der Höhe des Dampfdrucks gegangen ist.

Jahr	Eigentumsbahn und Erbauer der Lokomotive	Rost- Fläche	Heiz- Fläche	Rohr- Länge	Rohr- Zahl	Dampfdruck	Anmerkung
		m²	m²	m		at	
1887	Bulgarische Staatsbahnen, Maschinenfabrik der österr.-ung. Staatseisenbahngesellschaft, Wien	2,2	164,6	4,400	229	10	Achtfach gekuppelte Güterzugslokomot.
1888	Midland-Bahn, England, Bahnwerkstätte Derby	1,82	115,4	3,350	244	11,3	Ungekupp. Schnellzugslokomotive
1889	Österr. Nordwestbahn, Lokomotivfabrik Floridsdorf	1,91	135,1	4,147	188	10	Sechsfach gekuppelte Güterzugslokomot.
1889	Belgische Staatsbahnen, Gesellschaft J. Cockerill in Seraing	5,0	127,0	3,800	242	10	Zweifach gekuppelte Schnellzugslokomot. mit 2 Laufachsen

Jahr	Eigentumsbahn und Erbauer der Lokomotive	Rost- Fläche	Heiz- Fläche	Rohr- Länge	Rohr- Zahl	Dampfdruck	Anmerkung
		m²	m²	m		at	
1889	Belgische Staatsbahnen, Gesellschaft Haine St. Pierre	6,7	167,0	4,000	240	10	Sechsfach gekuppelte Gebirgsschnellzugslokomotive mit Laufachse
1889	Paris-Lyon-Mittelmeerbahn, Bahnwerkstätte Oullins	2,18	157,7	4,150	247	15	Achtfach gekuppelte Verbundlokomotive
1889	London - North - Western-Bahn, England, Bahnwerkstätte Crewe F. W. Webb	2,00	140,0	3,430	225	11,3	Dreicylinder-Verbundschnellzugslokomotive
1888	Kgl. sächsische Staatsbahnen, sächsische Maschinenfabrik in Chemnitz	1,8	102,1	3,700	180	12	Zweicylinder-Verbundschnellzugslokomotive
1889	Michigan-Centralbahn in d. Vereinigten Staaten, Slenectady Loco Works	2,7	165,0	3,660	247	13	Zweicylinder-Verbundschnellzugslokomotive
1889	Kgl. Preußische Staatsbahnen, verschiedene Erbauer	1,8	104,0	3,724	171	12	Zweicylinderverbundlokomotive von Borries

VI. Gesetzliche Bestimmungen. Deutschland. Stationäre D. Deren Anlage unterliegt nach § 24 der Reichsgewerbeordnung vom 21. Juni 1869 gewissen polizeilichen Vorschriften, die im Erlaß des Reichskanzlers vom 29. Mai 1871 nebst Abänderung vom 15. Juli 1883 enthalten sind.

1. Bau der D. § 1. Anwendung von Gußeisen ist für feuerberührte Wandungen der Kessel oder Kesselteile von mehr als 25 cm lichter Weite bei Cylindergestalt und mehr als 30 cm bei Kugelgestalt der D. verboten. Feuerrohre von Messingblech dürfen 10 cm Durchmesser nicht überschreiten. § 2. Die Feuerzüge müssen an ihrer höchsten Stelle mindestens 10 cm unter dem niedrigsten Wasserspiegel des Kessels liegen. Diese Bestimmungen gelten nicht für D., welche aus Sideröhren von weniger als 10 cm Weite bestehen, sowie für solche Feuerzüge, in welchen ein Erglühen des mit dem Dampfraum in Berührung stehenden Teil der Wandungen nicht zu befürchten ist.

2. Ausrüstung der D. § 3 verordnet die Anwendung eines Speiseventils, welches bei Abstellung der Speisevorrichtung durch den Druck des Kesselwassers geschlossen wird, § 4 das Vorhandensein von zwei zuverlässigen, voneinander unabhängigen Speisevorrichtungen, von denen jede für sich ausreicht, § 5 die Anbringung eines Wasserstandsglases und einer zweiten geeigneten Vorrichtung zur Erkennung des Wasserstands, wobei, falls nicht die gemeinschaftliche Verbindung durch ein Rohr von mindestens 60 cm² lichtem Querschnitt hergestellt ist, jede dieser Vorrichtungen eine gesonderte Verbindung mit dem Innern des Kessels haben muß. § 6. Bei Anwendung von Probierhähnen muß der unterste in der Ebene des festgesetzten niedrigsten Wasserstands liegen, auch muß man die Hähne behufs Entfernung von Kesselstein in gerader Richtung durchstoßen können. § 7. Der festgesetzte niedrigste Wasserstand ist am Wasserstandsglas, sowie an der Kesselwandung oder dem Mauerwerk mit einer Marke zu bezeichnen. § 8. Jeder D. oder mehrere D. mit gemeinsamem Dampfsammler müssen mit wenigstens einem zuverlässigen Sicherheitsventil, die Lokomobil- und Lokomotivkessel mit zwei solchen Ventilen versehen sein. Die Sicherheitsventile müssen jederzeit gelüftet werden können. Sie sind höchstens so zu belasten, daß sie bei Eintritt der für den D. festgesetzten Dampfspannung sich öffnen. § 9. Jeder Kessel muß ein zuverlässiges Manometer mit einer Marke der höchsten Dampfspannung besitzen. § 10. An jedem D. muß die festgesetzte höchste Dampfspannung, der Name des Fabrikanten, die laufende Fabriksnummer und das Jahr der Anfertigung angegeben sein.

3. Prüfung der D. § 11. Jeder neu aufzustellende D. muß vor der Einmauerung durch Wasserdruck geprüft werden, und zwar Kessel für nicht mehr als 5 at Überdruck auf den doppelten Betrag, die übrigen mit einem Druck, welcher den beabsichtigten Druck um 5 at übersteigt. Die Kesselwandungen dürfen durch die Proben ihre Form nicht bleibend verändern und beim höchsten Druck Wasser aus den Fugen nur als Nebel oder in feinen Perlen austreten lassen. § 12. Nach jeder größeren Ausbesserung ist die Prüfung zu wiederholen. § 13. Der bei der Prüfung ausgeübte Druck ist durch ein genügend hohes, offenes Quecksilbermanometer oder durch das von dem prüfenden Beamten geführte amtliche Manometer festzustellen.

4. Aufstellung der D. § 14 verbietet die Aufstellung von D. mit mehr als 4 at Überdruck und solcher, bei denen das Produkt aus der feuerberührten Fläche in Quadratmetern und der Dampfspannung in Atmosphärenüberdruck mehr als 20 beträgt, unter bewohnten Räumen oder in solchen, wenn diese mit fester Balkendecke versehen oder überwölbt sind. An jedem unter bewohnten Räumen aufgestellten D. muß die Einwirkung des Feuers sofort gehemmt werden können. § 15. Zwischen dem Kesselmauerwerk und den Gebäudewänden muß ein Zwischenraum von mindestens 8 cm verbleiben.

Lokomotivkessel. In Bezug auf diese gelten die Vorschriften des Bahnpolizeireglements (vom 30. Nov. 1885). Dieselben bestimmen: § 8. An jedem Lokomotivkessel muß sich eine Einrichtung zum Anschluß eines Kontrollmanometers befinden, durch welches die Belastung der

Sicherheitsventile und die Richtigkeit der Federwagen und Manometer geprüft werden kann. Jede Lokomotive muß versehen sein: 1. mit mindestens zwei zuverlässigen Vorrichtungen zur Speisung des Kessels, welche unabhängig voneinander in Betrieb gesetzt werden können und von denen jede für sich während der Fahrt im stande sein muß, das zur Speisung erforderliche Wasser zuzuführen. Eine dieser Vorrichtungen muß außerdem geeignet sein, beim Stillstand der Lokomotive den Wasserstand im Kessel auf der normalen Höhe zu erhalten; 2. mit mindestens zwei voneinander unabhängigen Vorrichtungen zur zuverlässigen Erkennung der Wasserstandshöhe im Innern des Kessels. Bei einer dieser Vorrichtungen muß die Höhe des Wasserstands vom Stand des Führers ohne besondere Proben fortwährend erkennbar und eine in die Augen fallende Marke des zulässig niedrigsten Wasserstands angebracht sein; 3. mit wenigstens zwei vorschriftsmäßigen Sicherheitsventilen, von welchen das eine so eingerichtet sein soll, daß die Belastung desselben nicht über das bestimmte Maß gesteigert werden kann. Die Konstruktion dieser Sicherheitsventile ist derart einzurichten, daß denselben eine vertikale Bewegung von 3 mm möglich ist; 4. mit einer Vorrichtung (Manometer), welche den Druck des Dampfes zuverlässig und ohne Anstellung besonderer Proben fortwährend erkennen läßt. Auf den Ziffernblättern der Manometer muß die größte zulässige Dampfspannung durch eine in die Augen fallende Marke bezeichnet sein; 5. mit einer Dampfpfeife.

Gleichlautende Bestimmungen enthält § 11 der Bahnordnung für Bahnen untergeordneter Bedeutung vom 12. Juni 1878 (s. auch §§ 96 bis 99 und 101 der Techn. Vereinbarungen des V. D. E.-V.).

Zur Anlage der Lokomotivkessel bedarf es einer Genehmigung nicht, wohl aber zur Inbetriebnahme, nachdem der Kessel einer technisch-polizeilichen Prüfung unterworfen und als sicher befunden worden ist; der Inbetriebnahme eines neuen steht die eines, einer größeren Reparatur unterworfenen Kessels und einer Lokomotive, deren Kessel durch einen neuen ersetzt ist, gleich. Die Prüfung und Genehmigung zur Inbetriebnahme ist Sache der Aufsichtsbehörde. Über Lokomotivrevisionen s. d.

Die landesgesetzlichen Vorschriften über den Betrieb der D. sind: in Preußen das Gesetz vom 3. Mai 1872, in Bayern die Verordnung vom 21. Januar 1872, in Sachsen die Verordnung vom 6. Juli 1871, in Württemberg die Verordnung vom 14. Dezember 1871, in Baden das Gesetz vom 22. Januar 1874, in Hessen die Verordnung vom 4. August 1857, in Sachsen-Altenburg die Verordnung vom 23. Dezember 1871, in Sachsen-Coburg-Gotha die Verordnung vom 14. September 1881, in Oldenburg die Verordnung vom 19. Juli 1879, in Braunschweig das Gesetz vom 11. Juli 1873, in Anhalt das Gesetz vom 19. Dezember 1873, in Schwarzburg-Sondershausen das Gesetz vom 14. Dezember 1875, in Lippe das Gesetz vom 28. Februar 1878, in Schaumburg-Lippe das Gesetz vom 26. Februar 1875 in Bremen das Gesetz vom 30. September 1874, in Lübeck das Gesetz vom 5. April 1875, in Hamburg das Gesetz vom 27. Februar 1880.

Nach dem preußischen Gesetz vom 3. Mai 1872 sind die Besitzer von Dampfkesselanlagen oder ihre Vertreter, sowie die Kesselwärter verpflichtet, dafür Sorge zu tragen, daß während des Betriebs die bei Genehmigung der Anlage oder allgemein vorgeschriebenen Sicherheitsvorrichtungen bestimmungsmäßig benutzt und Kessel, die sich nicht in gefahrlosem Zustand befinden, nicht im Betrieb erhalten werden. Zuwiderhandelnde verfallen in eine Geldstrafe bis zu 600 Mk. oder in eine Gefängnisstrafe bis zu drei Monaten. Die Besitzer müssen amtliche Revision gestatten, die dazu nötigen Arbeitskräfte und Vorrichtungen bereitstellen und die Kosten der Revision tragen.

Die Art der Untersuchung, bezw. Revision ist durch das Regulativ (zur Ausführung des Gesetzes vom 3. Mai 1872, den Betrieb der Dampfkessel betreffend) vom 24. Juni 1872 geregelt. Danach ist die amtliche Untersuchung der D. durch von der zuständigen Staatsbehörde dazu berufene Sachverständige eine äußere und eine innere. Jene findet alle zwei Jahre, diese alle sechs Jahre statt und ist dann mit ersterer zu verbinden. D., deren Besitzer Vereinen angehören, welche eine regelmäßige und sorgfältige Überwachung der Kessel vornehmen lassen, können mit Genehmigung des Ministers für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten von der amtlichen Revision befreit werden. Die äußere Untersuchung besteht in einer Prüfung der ganzen Betriebsweise. Die Untersuchung ist vornehmlich zu richten auf die Vorrichtungen zum regelmäßigen Speisen des Kessels; auf die Ausführung und den Zustand der Mittel, welche dazu dienen, den Normalwasserstand in dem Kessel zu allen Zeiten mit Sicherheit beurteilen zu können; auf die Vorrichtungen, welche gestatten, den etwaigen Niederschlag an den Kesselwandungen zu entdecken und den Kessel zu reinigen; auf die Vorrichtungen zum Erkennen der Spannung der Dämpfe im Kessel; auf die Ausführung und den Zustand der Mittel, den Dämpfen einen freien Abzug zu gestatten, wenn die Normalspannung überschritten wird; auf die Ausführung und den Zustand der Feuerungsanlage selbst, die Mittel zur Regelung und Absperrung des Zutritts der atmosphärischen Luft und zur thunlichst schnellen Beseitigung des Feuers.

Auch ist zu prüfen, ob der Kesselwärter die zur Sicherheit des Betriebs erforderlichen Vorrichtungen kennt und anzuwenden versteht.

Die innere Untersuchung erstreckt sich auf den Zustand der Kesselanlage überhaupt; sie umfaßt auch die Widerstandsfähigkeit der Kesselwände und des Kesselinnern. Die Untersuchung ist vornehmlich zu richten: auf die Beschaffenheit der Kesselwandungen, Nieten und Anker im äußern wie im innern des Kessels, sowie der Feuer- und Rauchrohre und der Verbindungsstutzen, wobei zu ermitteln ist, ob die Dauerhaftigkeit dieser Teile durch den Gebrauch gefährdet ist, und die nach Art der Lokomotivfeuerröhren eingesetzten Röhren nötigenfalls herauszuziehen sind; auf das Vorhandensein und die Natur des Kesselsteins; auf den Zustand der Wasserleitungsröhren und der Reinigungsöffnungen; auf den Zustand der Speise- und Dampfventile; auf jenen der Verbindungsröhren zwischen Kessel und Manometer, bezw. Wasserstandszeiger, sowie der übrigen Sicherheitsvorrichtungen; auf den Zustand des

Rostes, der Feuerbrücke und der Feuerzüge außerhalb wie innerhalb des Kessels.

Die Ummauerung oder Ummantelung des letzteren muß, wenn sich die Untersuchung durch Befahrung der Züge oder auf andere einfache Weise nicht zur Genüge bewirken läßt, an einzelnen zu untersuchenden Stellen, oder, wenn es sich als notwendig herausstellt, gänzlich beseitigt werden (§ 8).

Falls sich bei der Untersuchung erhebliche Unregelmäßigkeiten im Betrieb ergeben, so kann nach Ermessen des Beamten im folgenden Jahr die äußere Untersuchung wiederholt werden. Gefahrdrohende Kessel sind außer Betrieb zu setzen und nach Ablauf der zur Herstellung des ordnungsmäßigen Zustands erforderlichen Frist der Ausbesserung noch einmal zu untersuchen, nötigenfalls ist die Fortsetzung des Betriebs bis zur Beseitigung der Gefahr zu untersagen (§ 9). Stellt der Kesselbesitzer über erhaltene Aufforderung den Kessel zur Untersuchung nicht bereit, so ist ihm der Betrieb des Kessels über Antrag des Beamten polizeilich still zu legen (§ 10). Für jeden Kessel hat der Besitzer ein Revisionsbuch zu halten, welches bei dem Kessel aufzubewahren ist; in dasselbe ist der Untersuchungsbefund einzutragen (§ 11). Die äußere Untersuchung erfolgt ohne vorherige Benachrichtigung des Kesselbesitzers; von der bevorstehenden inneren Untersuchung ist der Besitzer mindestens vier Wochen vorher zu verständigen, und der Sachverständige sucht sich mit dem Besitzer über die Wahl des Zeitpunkts für die Untersuchung zu verständigen, um den Betrieb so wenig wie möglich zu beeinträchtigen. Für die äußere Untersuchung eines jeden D. ist eine Gebühr von 15 Mk. zu entrichten. Gehören mehrere D. zu einer Anlage, so ist die volle Gebühr nur für den ersten Kessel, für die übrigen jedoch nur die halbe Gebühr zu zahlen, vorausgesetzt, daß die Untersuchung innerhalb desselben Jahrs erfolgt. Ist die Untersuchung zugleich eine innere, so beträgt die Gebühr in allen Fällen 30 Mk. für jeden Kessel (§ 12).

Österreich. Die gesetzlichen Vorschriften über D. sind hauptsächlich in der vom Handelsministerium im Einverständnis mit dem Ministerium des Innern erlassenen Verordnung vom 1. Okt. 1875, R. G. Bl. Nr. 130, betreffend die Sicherheitsvorkehrungen gegen Dampfkesselexplosionen nebst Vollzugsvorschrift enthalten. Einzelne Paragraphen dieser Verordnung erfuhren Abänderungen durch die Ministerialverordnungen vom 20. Juli 1877, 9. März 1882, 4. Mai 1883 und 19. Sept. 1883. Außerdem ergingen verschiedene, die Verordnungen erläuternde und ergänzende Ministerialerlässe an einzelne Länderstellen.

§ 1 der Verordnung vom 1. Oktober 1875 enthält die Definition der D.; § 2 verbietet die Verwendung von Gußeisen und Messingblech zu den Wandungen der D., der Feuer- und Siederöhren, gestattet aber die Anwendung von Messingblech zu Feuer- und Siederöhren bis 10 cm. Zu den Wandungen sind in obiger Beziehung nicht zu zählen: Dampfdome und Siederohrvorköpfe, Mannlochdeckel, Deckel von Reinigungsluken, Rohrstutzen und Deckel zu denselben, dann andere Armaturstücke, jedoch nur dann, wenn sie weder vom Kesselmauerwerk umschlossen, noch vom Feuer oder den erhitzten Gasen berührt werden und wenn ihr Durchmesser nicht mehr als 60 cm beträgt.

Die Decken der Dampfdome dürfen in dem Fall, als diese letzteren aus Schmiedeisen (Kesselblech) hergestellt sind, bis zu einem Durchmesser von höchstens 75 cm aus Gußeisen angefertigt werden.

Die Maximaldampfspannung eines Kessels, bei welchem von dieser Erlaubnis Gebrauch gemacht wird, darf 6 at nicht überschreiten. Schließbare Bouillers von größerem Durchmesser müssen, wenn sie mit gußeisernen Böden versehen werden sollen, bis auf 60 cm konisch zulaufende Vorköpfe erhalten. Bei Vorköpfen von Siederöhren und Vorwärmern, wenn dieselben weder vom Kesselmauerwerk umschlossen, noch vom direkten Feuer oder von erhitzten Gasen berührt werden, oder der strahlenden Wärme ausgesetzt sind, und wenn sie nach innen, nämlich gegen den Druck, entsprechend gewölbt und mit Außennietung versehen sind, kann bis zu einem Durchmesser von 80 cm Gußeisen verwendet werden. Ausnahmsweise kann das Handelsministerium für besondere Kesselkonstruktionen die Anwendung von Gußeisen zu Wandungen bewilligen.

§ 3. An jedem D. müssen folgende Armaturstücke vorhanden sein:

a) wenigstens ein Sicherheitsventil, und wenn der D. mehr als 2,5 m^2 Heizfläche hat, mindestens zwei Sicherheitsventile;

b) wenigstens ein richtiges und verläßliches Manometer, auf dessen Teilung die zulässige Maximaldampfspannung besonders bezeichnet ist. Zur Anbringung eines Kontrollmanometers muß ein Whitworth'sches Muttergewinde von $^3/_4$ Zoll engl. vorhanden und die Einrichtung so getroffen sein, daß jedes der beiden Manometer für sich abgesperrt werden kann;

c) wenigstens eine verläßliche Speisevorrichtung;

d) mindestens zwei brauchbare Vorrichtungen zur Erkennung des Wasserstands. Von diesen Vorrichtungen, deren eine ein Wasserstandsglas sein muß, hat jede den für den Kessel zulässigen tiefsten Wasserstand deutlich kenntlich zu machen. Dieser Wasserstand muß bei stationären Kesseln mindestens 10 cm über der Feuerlinie und bei beweglichen Kesseln so hoch liegen, daß auch mit Rücksicht auf deren Schwankungen die höchste vom Feuer und den Heizgasen berührte Kesselfläche noch hinreichend vom Wasser bedeckt bleibt.

D. von weniger als 80 l Inhalt sind von den unter *b*, *c*, *d* angeführten Sicherheitsvorkehrungen, sowie von der Druckprobe befreit.

§. 4. Kein D. (ob vom Inland oder Ausland bezogen) darf früher verwendet werden, bis er der in dieser Verordnung vorgeschriebenen Probe unterworfen und bei derselben als tauglich befunden worden ist.

Im Ausland, bezw. in Ungarn erprobte Lokomobilen können zur zeitweisen Verwendung zugelassen werden, doch hat nachträglich eine Revision stattzufinden.

Die Probe kann entweder nach freier Wahl der Parteien durch einen amtlich bestellten Prüfungskommissär oder, wenn der Benutzer des Kessels einer vom Staat autorisierten Gesellschaft zur Überwachung des Dampfkesselbetriebs als wirkliches Mitglied angehört, von den amtlich hierzu ermächtigten Organen dieser Gesellschaft vorgenommen werden. Die Probe hat stets vor der allfälligen Einmauerung oder

Verkleidung des Kessels stattzufinden. Bei Lokomobilen ist die Probe mit der Verkleidung gestattet. Der bei derselben anzuwendende Probedruck hat bei D., welche bis zu einer effektiven Dampfspannung von 2 at benützt werden sollen, das Doppelte, bei Kesseln, welche für eine höhere Dampfspannung benutzt werden sollen, das Einundeinhalbfache des zulässigen größten Drucks, vermehrt um den Druck von 1 at zu betragen. Der Druck von 1 at ist mit 1 kg auf 1 cm^2 zu rechnen.

§ 7. Die Erprobung eines D. ist zu wiederholen:

1. wenn eine wesentliche Veränderung der Kesselkonstruktion vorgenommen wird;
2. wenn bei einer Ausbesserung mehr als der 20. Teil der Kesseloberfläche ausgewechselt wurde;
3. wenn ein bereits gebrauchter stationärer Kessel in einer anderen gewerblichen Anlage verwendet werden soll.

§ 8. Jeder D. ist jährlich mindestens einmal mit möglichster Vermeidung von Betriebsstörungen einer Revision zu unterziehen. Auch ist bei jeder Auswechslung eines Ventils oder eines Ventilhebels eine Revision zu veranlassen. Kessel von weniger als 80 l Inhalt unterliegen ebenfalls der jährlichen Revision. Benutzer von Lokomobilen, welche ihren Standort wechseln, sind verpflichtet, alljährlich behufs der Revisionsvornahme den Standort und die Zeit, wo und wie lange sich der Lokomobilkessel dort befinden wird, anzuzeigen.

Jeder Kessel ist vom Zeitpunkt der ersten Erprobung an von fünf zu fünf Betriebsjahren bei Gelegenheit der Jahresrevision einer sorgfältigen Untersuchung unter Vornahme einer Druckprobe mit Anwendung eines Kontrollmanometers zu unterziehen. Kessel von weniger als 80 l Inhalt sind selbstverständlich von dieser Druckprobe befreit.

D., welche innerhalb eines Jahrs nur zeitweilig in Betrieb stehen, sind bezüglich der Revisionspflicht denjenigen Kesseln, welche das ganze Jahr hindurch in Betrieb stehen, gleichzuhalten.

D. sind in der Regel nur einmal in einem Jahr zu revidieren, und ersetzt die in einem Jahr vorgenommene verschärfte Revision die regelmäßige Jahresrevision.

§ 9. Bei der Aufstellung eines stationären Dampfkessels, dann bei der Verwendung einer Lokomobile innerhalb bewohnter Orte, sowie bei der Versetzung eines D., sowie bei wesentlichen Veränderungen an den dazu gehörigen Vorrichtungen sind die Feuersicherheits- und Bauvorschriften, die für jedes Kronland besonders verfaßt sind, zu beobachten.

§ 10. Zur Bedienung (Wartung) von D. und zur Überwachung des Dampfkesselbetriebs dürfen nur solche Personen zugelassen werden, welche das 18. Lebensjahr zurückgelegt haben, einen nüchternen und verläßlichen Charakter besitzen, die erforderlichen Kenntnisse sich angeeignet und ihre Befähigung durch Ablegung einer Prüfung nachgewiesen haben.

§ 11. Jedermann, dem irgend eine Gefahr in Benutzung eines D. bekannt wird, ist zur Anzeige derselben bei den amtlichen Organen berechtigt. Verpflichtet zu einer solchen Anzeige sind alle Personen, welche bei der Bedienung oder Benutzung eines D. verwendet werden. Der amtliche Dampfkesselprüfungskommissär hat über jede solche Anzeige sogleich die erforderlichen Anordnungen zu treffen.

§ 12. Im Fall einer Explosion eines D. ist der Benutzer desselben verpflichtet, hierüber unverzüglich Anzeige an die nächste Sicherheitsbehörde zu machen, welche hiervon den amtlich bestellten Prüfungskommissär in Kenntnis setzt.

§. 13. Übertretungen der obigen Vorschriften werden, sofern nicht das allgemeine Strafgesetz Anwendung findet, nach Maßgabe der Ministerialverordnung vom 30. September 1857 mit Geldstrafen bis zu 100 fl. oder Arrest bis zu 14 Tagen geahndet.

In Frankreich gelten für Kessel die Vorschriften des Ministerialdekrets vom 25. Januar 1865, ergänzt durch das Dekret vom 30. April 1880.

In denselben werden im ersten Abschnitt Bestimmungen über die Untersuchung der D., sowie über die Sicherheitsvorkehrungen getroffen; der zweite Abschnitt handelt von den Stabilkesseln in der Nähe bewohnter Räume, der dritte behandelt die Lokomotivkessel und Stabilkessel der Eisenbahnen (für Lokomotiven, welche keiner Bahn angehören, bestehen gesonderte Bestimmungen). Die folgenden Bestimmungen gelten für alle Kessel. Die Kaltprobe wird mit dem zweifachen (bei Siederöhren mit dem dreifachen) Betriebsdruck vorgenommen. Von den zwei vorgeschriebenen Wasserstandszeigern darf nur einer ein Wasserstandsglas sein.

Die Blechdicke δ (in Millimetern) der Cylinderkessel ist nach folgender Formel zu bestimmen: $\delta = 1{,}8\, D\, A + 3$, wobei D der Kesseldurchmesser in Decimetern und A die Dampfspannung in Atmosphären ist. Für Stahlblech von 60 kg Zugfestigkeit genügt $^1/_2\ \delta$ als Wandstärke. Die Überwachung der Kessel wird durch Ingénieurs des mines bewirkt, und muß mindestens alle zehn Jahre eine gründliche Untersuchung vorgenommen werden.

Seit dem Jahr 1880 werden auch die von Kesseluntersuchungsgesellschaften vorgenommenen Untersuchungen anerkannt.

Übertretungen der Bestimmungen obiger Dekrete werden, abgesehen von den gesetzlichen Folgen, mit 25—1000 Frs. Geldstrafe geahndet.

In Belgien gilt für die D. die Verordnung vom 26. April 1864. Die Kessel werden durch Regierungsingenieure mindestens einmal im Jahr untersucht.

In den Niederlanden ist die staatliche Aufsicht über die D. durch Gesetz vom 28. Mai 1869 geregelt.

In der Schweiz sind die Eisenbahnen zur regelmäßigen Vornahme der Kesselproben verpflichtet (Bundesbl. 1878). Gemäß Kreisschreibens des Eisenbahndepartements vom 22. September 1886 ist seitens der Bahnen dem technischen Inspektorat von beabsichtigten Druckproben und inneren Revisionen von Lokomotivkesseln rechtzeitig Mitteilung zu machen.

In Italien gilt für die Lokomotivkessel und die den Bahnen gehörigen Stabilkessel das Dekret vom 31. Oktober 1873.

Dasselbe giebt Vorschriften für die Überwachung und Erprobung der Kessel, welch letztere durch Kommissionen, bestehend aus zwei Regierungsorganen und einem Maschineninge-

nieur der betreffenden Bahn, vorgenommen werden.

Die Kessel werden alle zwei Jahre, vom achten Altersjahr beginnend, einer Wasserprobe auf den zweifachen Betriebsdruck, weiters in allen übrigen Jahren einer Dampfprobe auf einfachen Betriebsdruck unterworfen.

Die Stabilkessel der Bahnen müssen mit zwei Sicherheitsventilen (wovon eines dem Wärter unzugänglich ist), einem Manometer, einer Speisevorrichtung und zwei Wasserstandszeigern versehen sein. Bei den Lokomotivkesseln ist die Länge der Überschubhülse der Federwage in das Kesselcertifikat einzutragen.

Die Lokomotiven der Straßenbahnen (*tramvie a vapore*) dürfen höchstens 12 at Betriebsdruck haben, und ist dieser Druck im Verlauf von vier Jahren auf 8 at zu verringern.

Für alle übrigen Kessel gelten noch die Bestimmungen der früheren Regierungen, und zwar für Toscana die Polizeiverordnung des bestandenen Großherzogthums vom 20. Juni 1853, für die Lombardei und Venetien der Erlaß des österreichischen Ministers des Innern vom 11. Februar 1854.

Die in Deutschland, Frankreich, Belgien und Österreich angefertigten Certifikate über stattgehabte Erprobungen neuer Kessel werden in Italien anerkannt.

In England ist die Beaufsichtigung der Dampfentwickler staatlich nicht vorgeschrieben. Die Regierung entsendet jedoch auf Ansuchen von Eisenbahn-, Bergwerks- und Schiffahrtsunternehmungen aus den verschiedenen Abteilungen des Board of Trade geeignete Inspektoren, welche auf Kosten der Antragsteller die nötigen Untersuchungen vornehmen und ihr Gutachten abgeben. Da viele Kessel gar nicht untersucht werden, kommen häufig Explosionen vor, und werden deshalb Anstrengungen gemacht, um ein Kesselgesetz zu schaffen.

In Nordamerika bestehen bezüglich der Lokomotivkessel keine gesetzlichen Bestimmungen, doch pflegen größere Eisenbahngesellschaften für die Prüfung der Lokomotivkessel besondere Vorschriften zu erlassen. In der Regel erachtet man daselbst einen Probedruck von nur 10 at für genügend und nimmt die Probe nicht mit kaltem, sondern mit fast siedendem Wasser vor.

Nach den Kesselprüfungsvorschriften der Pennsylvania - Eisenbahn sind neue Lokomotivkessel mit 1,75 kg auf 1 cm^3 über ihren Betriebsdruck durch Preßwasser zu prüfen, und zwar in den ersten zwei Jahren jährlich einmal, sodann alle sechs Monate. Vor Beginn der Druckprobe ist der Kessel nahezu bis zum Siedepunkt des Wassers anzuheizen. Die Stehbolzen sind wenigstens jede Woche zu untersuchen; diese Probe geschieht entweder bei etwa 2 at Druck im Kessel, wobei sich die Bruchflächen gerissener Bolzen schon voneinander trennen, oder, wenn möglich, bei völlig entleertem Kessel. Keine Lokomotive darf weiter benutzt werden, wenn auch nur ein Bolzen in der obersten Reihe gebrochen ist. Feststehende D. mit 6,8 at Dampfdruck sind wie die Lokomotivkessel zu prüfen, einschließlich der Untersuchung der Stehbolzen. Ist der Arbeitsdruck geringer, so beträgt der Probedruck jedesmal um die Hälfte mehr als der Betriebsdruck; die Probe findet alle sechs Monate statt.

Litteratur: Anlage, Betrieb und Beaufsichtigung von D. nach der Gesetzgebung des deutschen Reichs und der Einzelstaaten für den praktischen Gebrauch bearbeitet, Berlin 1875; Petzholdt, Die Lokomotive der Gegenwart, Braunschweig 1875; Radinger, Dampfkessel und deren Ausrüstung, Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia 1876, Wien 1877; Die Berechnung der Leistungsfähigkeit von Dampfkesselanlagen, ihrer Feuerungen und Schornsteine, Separatabdruck aus dem Praktischen Maschinenkonstrukteur, Leipzig 1877; Poillon, Cours théorique et pratique des chaudières et machines à vapeur, Paris 1877; Becker, Anleitung zur Bedienung und Instandhaltung der stationären Dampfmaschinen und deren Kessel, Darmstadt 1877; Jeep, Neuere Dampfkesselanlagen, Leipzig 1877; Wilson, Die Dampfkessel, deren Festigkeit, Konstruktion und ökonomischer Betrieb, deutsch von Max Borns, Braunschweig 1878; Karmarsch und Heeren, Technisches Wörterbuch, Bd. II, Prag 1878; Thielmann, Lehr- und Handbuch der Dampfkesselanlagen, Leipzig 1881/82; Heusinger v. Waldegg, Handbuch für specielle Eisenbahntechnik, III. und IV. Band, Leipzig 1882; Georg Meyer, Grundzüge des Eisenbahnmaschinenbaues, I. Teil, Die Lokomotiven, Berlin 1883; Brosius und Koch, Schule des Lokomotivführers, Wiesbaden 1885; Schimming, Die Beurteilung der Dampfkessel, Leipzig 1886; Costruzione ed esercizio delle strade ferrate (Bd. III, Liefg. 6, 7, 8) Turin 1887; Reiche, Anlage und Betrieb der Dampfkessel, Leipzig 1886—1888 (I. Teil Theorie, II. Teil Konstruktion und Betrieb); Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre, III. Bd., Leipzig 1888; F. Reuleaux, Der Konstrukteur, ein Handbuch zum Gebrauch beim Maschinenentwerfen, 1889; Schwartze, Katechismus der Dampfkessel u. s. w., 3. Aufl., Leipzig 1889; Le Chatelier, Flachat, guide du mécanicien constructeur et conducteur de machines locomotives; Zera Colburn Locomotive engineering and the mechanism of railways; Clark, Railway Machinery; S. Fadda, Lokomotiven; Hart, Dampfkessel und Dampfmaschinen, 2. Aufl.; Zeitschrift des Verbands der Dampfkesselüberwachungsvereine, Breslau; Zeitschrift der Dampfkesseluntersuchungsgesellschaft, Wien; Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens; Dinglers polytechnisches Journal; Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen; Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure; Zeitschrift und Wochenschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins; Zeitschrift für das gesamte Lokal- und Straßenbahnwesen.

Wehrenfennig.

Dampfkesselexplosionen (*Boiler-explosions*, pl.; *Explosions*, f. pl., *de la chaudière*), Kesselwandtrennungen bei Dampfkesseln, wobei ein plötzlicher Ausgleich der Spannungen innerhalb und außerhalb des Dampfkessels und damit gleichzeitig eine plötzliche Entleerung des Kessels von Dampf und Wasser stattfindet.

Abgesehen von den in früherer Zeit aufgestellten, in der technischen Welt seither vollständig verlassenen Hypothesen zur Erklärung jener Kesselexplosionen, bei welchen eine naheliegende Ursache nicht aufzufinden war (wie der Knallgastheorie, welche unmittelbare Zersetzung des Wassers über der glühenden

Feuerplatte und Entzündung dieses Gemisches annimmt; dann des Leidenfrost'schen Phänomens, welches plötzliches Verdampfen des die glühende Kesselplatte anfänglich nicht benetzenden Wassers voraussetzt), sei nur der sogenannte Siedeverzug und die Kaiser'sche Hypothese der Dampfstöße bei stattfindender Druckentlastung erwähnt und auf die im Artikel Dampfentwicklung bei Lokomotiven gegebene Erklärung des oft bei Kesselexplosionen beobachteten Umstands hingewiesen, daß Explosionen am häufigsten bei Kesseln vorkommen, aus denen unmittelbar vorher kein Dampf entnommen worden ist, bei denen sich also das Wasser in verhältnismäßiger Ruhe befindet.

Siedeverzug. Bei den Versuchen von Professor Dufours in Lausanne wurde der Dampfdruck in einem Gefäß derart langsam vermindert, daß nicht auch gleichzeitig eine Verminderung der Temperatur des Wassers eintrat. Bei einer kleinen Erschütterung des Gefäßes stieg der Druck plötzlich wieder, indem sich unter Verbrauch der im Wasser überschüßig enthaltenen Wärme plötzlich Dampf bildete. Bei öligem, säurehältigem und unreinem Wasser fand diese Erscheinung, der sogenannte Siedeverzug, in erhöhtem Maß statt. Dieselbe wurde jedoch verhütet, indem man durch das im Versuchsgefäß befindliche Wasser einen, wenn auch schwachen galvanischen Strom leitete.

Versuche, diesen Siedeverzug durch Proben in größerem Umfang herbeizuführen, gelangen nicht und dürfte daher diese Entdeckung, welche seinerzeit die technische Welt einigermaßen beunruhigte, keine praktische Bedeutung haben (s. den Kommissionsbericht über Studien und Versuche, den Siedeverzug betreffend, in Nr. 10 der Zeitschrift des Verbands der Dampfkesselüberwachungsvereine, 1885).

Dampfstöße infolge von Druckentlastung. Nach der Hypothese von Kaiser füllt der Dampf, sobald das Wasser zu sieden beginnt, sofort den Raum über dem siedenden Wasser aus und erhöht den Druck auf den Wasserspiegel. Infolge dieser Druckzunahme hört das Sieden auf und wird das Wasser solange im Zustand der Ruhe bleiben, bis es jenen Temperaturgrad erlangt hat, der dem erhöhten Druck entspricht, und erst dann von neuem zu sieden beginnen.

Das Sieden wird auch bei einer entsprechenden Druckverminderung, wegen der nun überschüssigen Flüssigkeitswärme, wieder eintreten. Erfolgt die Druckverminderung durch eine plötzliche, größere Dampfabgabe, so wird eine beträchtliche Menge von Wasser augenblicklich in Dampf verwandelt, und findet dadurch ein Rückstoß auf die Kesselwände statt. Dies gilt vorzugsweise von dem oben beschriebenen Übergangszustand, in welchem das Wasser ruhig ist; bei siedendem Wasser mildern die vorhandenen Luft- und Dampfbläschen den Stoß, und wird die in einem solchen Zeitpunkt stattfindende plötzliche Druckverminderung dem Kessel weniger gefährlich sein (s. Dampfentwicklung bei Lokomotiven).

Bei vollständig luftfreiem Wasser würden nun allerdings selbst während des Siedens Stöße entstehen können, da Versuche im kleinen ein stoßweises Kochen zeigen, wenn das Wasser frei von Gasen ist. Im großen wird jedoch ein solches stoßweises Sieden kaum eintreten, da es schon bei kleinen Mengen sehr schwer ist, Wasser luftfrei zu kochen und es also kaum gelingen wird, das normale Sieden, welches als eine Verdampfung des Wassers gegen die Oberfläche der in demselben absorbierten Gase, bezw. der aus den Kohlensäureverbindungen sich entwickelnden Kohlensäurebläschen zu betrachten ist, aufzuheben. Es giebt allerdings Wässer, welche beim Kochen ohne alle äußere Veranlassung zu schäumen und stoßweise zu kochen beginnen, allein dieser Fall ist so selten, daß es nicht statthaft scheint, in der Beschaffenheit des Wassers selbst einen Erklärungsgrund der Kesselexplosion zu erblicken. Aller Wahrscheinlichkeit nach dürften solche Fälle auf eine leichte Zersetzbarkeit von in solchen Wässern enthaltenen organischen Stoffen zurückzuführen sein, welche in großer Menge Gase erzeugen.

Es ist daher viel natürlicher, die Ursachen der D. in ganz gewöhnlichen Umständen zu suchen und nicht in einer Erscheinung, welche die Wirkung hat, plötzlich eine übermäßige Steigerung der Spannung hervorrufen zu können.

Solche Ursachen sind zu suchen in:

mangelhafter Wartung (Wassermangel, zu hohe Dampfspannung, Kesselstein, Schlamm, Frostschäden, innere und äußere Abrostungen, Explosion der Rauchgase u. s. w.);

mangelhafter oder zu schwacher Herstellung oder Ausbesserung (Fehlen von Ankern oder Versteifungen, Anbringung zu starrer Konstruktionsteile neben solchen, welche Biegungsbeanspruchungen ausgesetzt sind, unvermittelte Querschnittsübergänge, örtliche Biegungen, schlechte Einmauerung u. s. w.);

mangelhaftem Material oder mangelhafter Anarbeitung (brüchiges, hart gewordenes, verbranntes oder bei Blauwärme bearbeitetes Material, Einstemmungen in das untere Blech an Stemmfugen u. s. w.).

Durch die Thätigkeit der Kesseluntersuchungsvereine, welchen die ausgedehnten Erfahrungen ihrer Beamten zu gute kommen, dann durch die bei den Bahnen eingeführten regelmäßigen Untersuchungen seitens der eigenen Ingenieure, sowie durch die Erkenntnis, daß die Explosionsursachen nicht in einem tückischen Verhalten des Wassers zu suchen sind, sondern in faßbaren, vermeidlichen Vorgängen, haben sich die Explosionen erfreulicherweise in einem auffallenden Grad vermindert. Es stellt sich namentlich heraus, daß Lokomotivexplosionen auf eine geringe Zahl von Ursachen zurückzuführen sind, und daß nur bestimmte Teile der Lokomotive Explosionen veranlaßt haben. Nach dem Jahresbericht der Gesellschaft zur Überwachung der Dampfkessel in Brüssel (s. Zeitschrift des Verbands der Dampfkessel-Untersuchungsvereine, 1887, X 1) waren unter 89 in den dem Jahr 1887 letztvorangegangenen Jahren explodierten Lokomotivkesseln Englands, Frankreichs, Belgiens und Hollands 31 Stück wegen innerer Ausfressungen (Furchen entlang einer Längsnaht des cylindrischen Kessels); 8 Stück wegen innerer Korrosion (Furchen entlang von Börtelungen); 4 Stück wegen anderweitiger innerer Korrosion; 9 Stück wegen Schwäche der Mannlöcher oder des Doms; 20 Stück wegen Schadhaftigkeit der inneren Feuerbüchse; 17 Stück wegen nicht genügend bekannten Ursachen, die nicht im Zusammenhang mit der

ungenügenden Widerstandsfähigkeit des Kessels stehen, explodiert. Wegen äußerer Korrosionen, welche bei stillstehenden Kesseln so häufig vorkommen, war keiner der 89 Lokomotivkessel zerstört worden.

Unter diesen in Betracht gezogenen Lokomotivkesseln begannen 55 Explosionen beim cylindrischen Kessel, 14 beim Dom, 16 bei der Feuerkiste, 16 bei den mit Stehbolzen versteiften Wänden, 1 bei der Rohrwand, 1 beim Quersieder (in der Box), 7 hingen nicht von der Widerstandsfähigkeit des Kessels ab und bei 4 Explosionen war die Ursache unbekannt.

In Österreich ist die Zahl der Lokomotivkesselexplosionen eine ganz ausnehmend geringe; es explodierten daselbst seit 1866 nur 2 Lokomotivkessel. Eine Statistik der Explosionen an Stabilkesseln liegt für Österreich nicht vor.

Was Deutschland anbelangt, so kamen im Jahr 1880 unter 49 511 feststehenden, 9085 beweglichen Dampfkesseln und 1462 Schiffskesseln des deutschen Reichs nur mehr 3 Explosionen an liegenden Einflammrohrkesseln, 8 an liegenden Zweiflammrohrkesseln, 4 an Walzenkesseln mit Siedern, 2 an engröhrigen Wasserrohrkesseln, 1 Explosion an Lokomobilkesseln vor. Die Explosionsursachen waren in 6 Fällen Wassermangel, in 4 Fällen zu hohe Dampfspannung, in 2 Fällen schwache Konstruktion, in 2 Fällen Blechschwäche durch Verrosten, in 1 Fall war es ein Riß in der Feuerplatte, in 1 Fall Kesselstein.

Besonders bemerkt muß werden, daß die zwei Explosionen der engröhrigen Wasserrohrkessel infolge mangelhafter konstruktiver Ausführung und Verstopfung durch Schlamm eingetreten sind.

In den Jahren 1881—1888 schwankte die Zahl der D. im Deutschen Reich zwischen 16 und 11, 1888 kamen 15 D. vor, und zwar 6 an liegenden Walzenkesseln mit Siedern, je 2 an liegenden Einflammrohrkesseln und an liegenden Zweiflammrohrkesseln, je 1 an stehenden und liegenden Walzenkesseln, sowie an engröhrigen Wasserrohrkesseln, endlich an Lokomotiv- und Schiffskesseln (Walzenkessel mit engen Heizröhren). Die Ursache der D. bildeten in 8 Fällen Wassermangel, in 3 Fällen örtliche Blechschwächung, in 2 Fällen zu hohe Dampfspannung, in je 1 Fall mangelhafte Schweißung einer Wasserröhre und altes sowie schlechtes Material.

Es geht aus diesen statistischen Angaben zur Genüge hervor, daß man zur Vermeidung von Kesselexplosionen Maßnahmen treffen kann, durch welche die Betriebssicherheit vollständig gewahrt wird. Solche Maßnahmen bestehen in sorgfältiger Konstruktion, Wahl des besten Materials, Reinigung des Wassers vor der Verwendung, Reinigung des Kessels in entsprechenden Zeiträumen durch Ausklopfen und Abblasen, Schutz vor äußeren Anrostungen durch Anstriche und vor inneren durch Deckungen, bezw. Einlagen, (wenn die bezüglichen Kesselflächen außen nicht vom Feuer bestrichen werden), endlich in Anstellung verläßlichen Personals und regelmäßiger Untersuchung seitens erfahrener Sachverständiger (s. Dampfkesseluntersuchung).

Auch besondere Vorrichtungen sind zu dem Zweck der Sicherung der Kessel, und zwar namentlich gegen Wassermangel angebracht worden, welche derart wirken, daß eine Legierung in dem Augenblick schmilzt, wo der Dampfdruck, also auch die Temperatur des Dampfes, eine bestimmte Höhe erreicht hat. Dadurch erhält der Dampf (z. B. bei der gewöhnlichen Bleischraube s. Bleipfropfen) Zutritt in die Feuerbüchse und löscht das Feuer oder er tritt, wie beim Black'schen Apparat, in die Dampfpfeife ein und läßt sie ertönen, oder es werden durch das Schmelzen der Legierung elektrische Leitungsschlüsse hergestellt und dadurch, wie beim Schwarzkopf'schen Kontrol- und Sicherheitsapparat (nähere Beschreibung des letzteren in Nr. 10 der Zeitschrift des Verbands der Dampfkesselüberwachungsvereine, 1881), Läutewerke in Thätigkeit gesetzt, welche im gegebenen Fall entweder den niedrigsten Wasserstand während des Betriebs oder den Wassermangel beim Anheizen oder auch eine zu hohe Dampfspannung anzeigen.

Vor anderen Sicherheitshilfsmitteln, wie den meisten Schwimmervorrichtungen, Speiserufern, bei denen Ventile, Federn, Hebelkonstruktionen leicht Umstände hervorrufen oder den Sicherheitspfropfen, deren Legierungen sich mit Kesselstein bedecken oder in ihrer inneren Beschaffenheit ändern und dann versagen können, hat der Schwarzkopf'sche Apparat den Vorzug, daß alle beweglichen Teile fehlen und daß die Legierung nie direkt mit Dampf und Wasser in Berührung kommt. Aber auch diese Vorrichtung ist nur ein Warner und nicht zugleich ein selbständiger Helfer in der Not. Als solcher dient der Sicherheitsverschluß von J. G. Schmidt & Huldschinsky, welcher besonders für Wasserröhrenkessel konstruiert wurde, da in diesen der Dampfdruck in kurzer Zeit sehr rasch ansteigen kann. Er ist in Fig. 547 dargestellt,

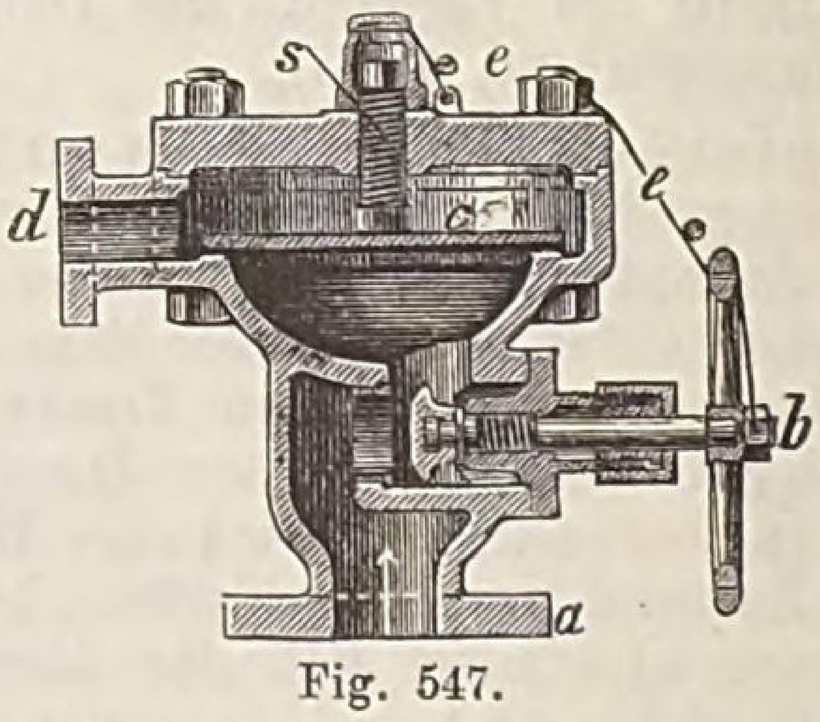


Fig. 547.

und bedeutet in derselben *a* die Kesselflansche, *b* das Absperrventil, *c* die Verschlußplatte, welche mit Asbest an ihren Sitz gedichtet, mittels der Schraube *s* niedergehalten ist und beim Wachsen des Dampfdrucks nachgiebt, also die Dampfspannung selbstthätig sinken läßt, *d* das Dampfabflußrohr, *e* die Plombe zur Verhinderung unbefugter Behandlung des Verschlusses.

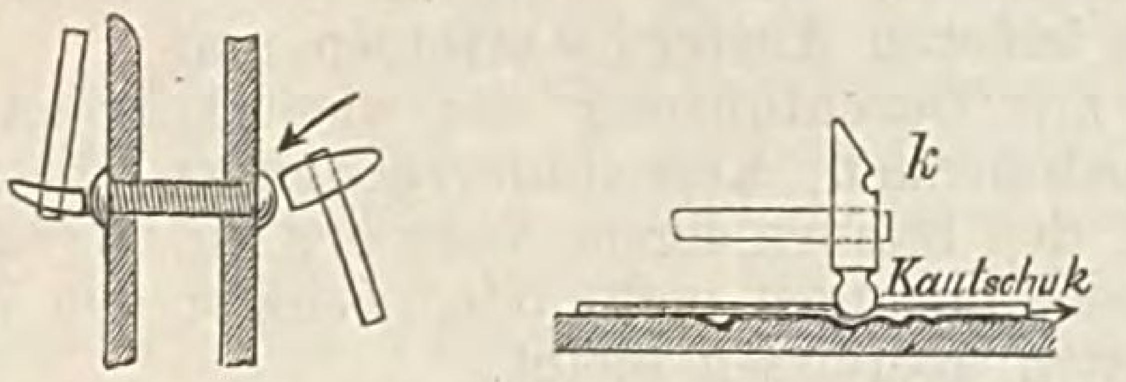
Die zum Zweck der Sicherheit des Dampfkesselbetriebs, und zwar zumeist auf Grund behördlicher Anordnungen gehandhabten Vorsichtsmaßregeln betreffen im wesentlichen:

1. Allgemeine Beaufsichtigung der Kessel, Obsorge für Reinlichkeit und Ordnung im Kesselhaus etc.

2. Inbetriebsetzung des Dampfkessels. Vornahme der Füllung des Kessels erst nach gewonnener Überzeugung der geschehenen Reinigung und des betriebsfähigen Zustands aller Vorrichtungen; Anheizen erst nach genügender Füllung; Schließen des Dampfventils während des

Anheizens und Ablassen der Luft während desselben; Erproben der Wasserstandsvorrichtungen während des Anheizens.

3. Betrieb des Dampfkessels. Bei Sinken des Wasserstandes trotz normaler Speisung Herausziehen des nicht aufzuwühlenden Feuers; bei Verstopfung der Wasserstandsvorrichtungen Entfernung des Feuers; wechselnde Benutzung sämtlicher Speisevorrichtungen; bei Unbrauchbarkeit dieser sofortige Entfernung des Feuers; tägliches Abblasen des Schlamms bei unreinem Wasser (dabei soll der Kesseldruck nicht über eine Atmosphäre betragen); Nichtüberschreitung des erlaubten höchsten Dampfdrucks durch rechtzeitige Speisung und Zugverminderung (genügt diese Maßregel nicht, so ist das Feuer herauszuziehen); tägliche Überprüfung der Manometer nach erfolgtem Absperren des Manometerhahns, (ob der Zeiger



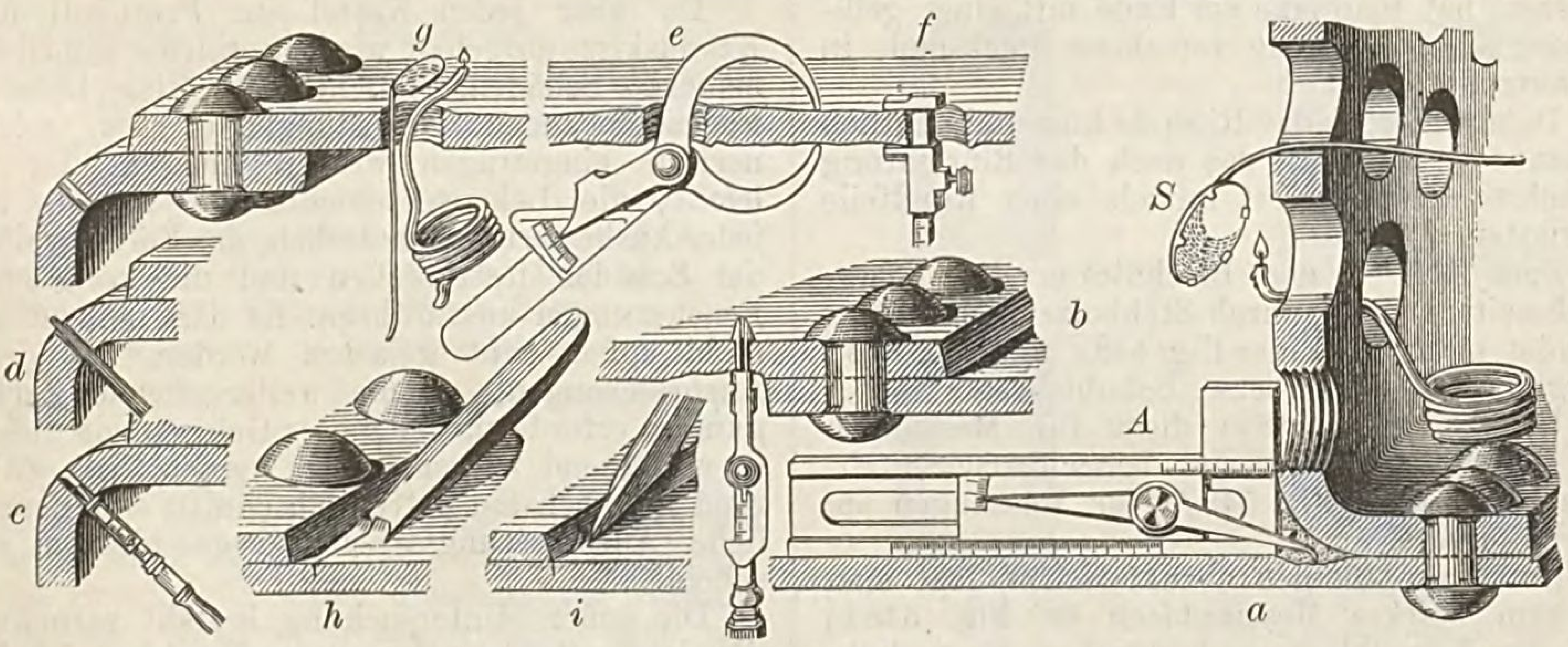


Fig. 548.

auf Null und beim Öffnen des Hahns wieder in seine frühere Lage zurückkehrt); Erhaltung der Beweglichkeit der Sicherheitsventile und Verbot, an der Belastung oder Federwagenspannung zu ändern; Verbot für den Heizer bei Bedienungswechsel den Kessel zu verlassen, ehe der Ersatzmann alle Vorrichtungen erprobt hat und etwaige Mängel beseitigt sind; Verbot des Deckens des Feuers über Nacht oder ohne Aufsicht.

4. Außerbetriebsetzung und Reinigung des Kessels. Das Ablassen des Kesselwassers darf erst begonnen werden, wenn kein Feuer mehr am Rost und keine höhere Spannung mehr im Kessel ist, als höchstens eine Atmosphäre Überdruck; die Füllung des Kessels erfolge erst nach Abkühlung desselben bis auf Handwärme, oder man lasse oben kaltes Wasser zu, während unten heißes Wasser abgeht; die Kesselwandungen und Feuerzüge sind von Asche und Ruß möglichst frei zu halten; Kesselstein und Schlamm sind aus dem Kesselinnern oft und gründlich zu entfernen; zum Abklopfen des Kesselsteins dürfen scharfe Werkzeuge nicht genommen werden; es empfiehlt sich, das Wasser zu reinigen, bevor es in den Kessel kommt (s. Zeitschrift des Verbands der Dampfkesselüberwachungsvereine, X. Jahrg. Nr. 5, 1885).

Endlich sind noch als vom Staat eingeführte Maßregeln zur Wahrung der Kessel gegen Explosionen die Druckproben zu erwähnen, welche in den verschiedenen Ländern verschieden vorgenommen werden. (Hinsichtlich dieser gesetzlichen Maßregeln s. unter Dampfkessel VI.)

Litteratur: Grimburg, Zur Frage der Dampfkesselexplosionen, Zürich 1865; Hartig, Die Dampfkesselexplosionen, Leipzig 1867; Scheffler, Die Ursachen der Dampfkesselexplosionen, Berlin 1867; Kesseler, Die Dampfkesselexplosionen und das Haftpflichtgesetz, Greifswald 1874; Kosak, Die Ursachen der Dampfkesselexplosionen und die Mittel zu ihrer Verhütung, Wien 1876; Martini, Über Dampfkesselexplosionen, Elberfeld 1876; Flimmer, Über Dampfkesselzerstörungen u. s. w., Leipzig 1884; Die Dampfkesselexplosionen im deutschen Reich, herausgegeben vom kaiserl. statistischen Amt 1877—1888; Thurston, Steam boiler explosions in theory and in practice, New-York 1887. Wehrenfennig.

Dampfkesseluntersuchung (*Inspection of boilers; Visite, f., des chaudières*), wiederkehrende Untersuchung der Kessel zur Feststellung des allgemeinen Zustands und zur Auffindung der Schäden (Defekte, s. Dampfkessel) an denselben. Bei den meisten Bahnen werden die Kessel äußerlich alle $1^1/_2$—$2^1/_2$ Jahre, innerlich alle fünf Jahre untersucht und zu letzterem Behuf bei den Röhrenkesseln auch die Feuerrohre entfernt.

In Deutschland ist die innere Untersuchung der Dampfkessel alle sechs, die äußere alle zwei Jahre vorzunehmen, wobei die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden inneren Revisionen 72 Monate, bei äußeren 24 Monate zu betragen hat.

Über die einschlägigen gesetzlichen Vorschriften s. unter Dampfkessel VI.

Bei den D. kann man sich mit Vorteil besonderer, im nachfolgenden zur Besprechung kommender Hilfsmittel bedienen:

Zum Abnehmen allgemeiner und örtlicher Formänderungen ebener Kesselwände benutzt man entweder ein Lineal oder eine gespannte Schnur, die man an die Blechplatten anlegt.

Die kürzesten Abstände zwischen Platte und Lineal (Schnur), welche den Grad der Formänderung darstellen, mißt man mittels eines Maßstabs.

Die Profilaufnahme von durchgebogenen

Blechen oder von Korrosionsgruben kann auch mit Zuhilfenahme eines kleinen Pantographen geschehen. Die Tiefe der Korrosionen wird durch den in Fig. 548*a* dargestellten Schiebwinkel (*A*) gemessen.

Derselbe besitzt einen kürzeren Arm für den Anschlag an die eine Kesselwand und einen längeren Arm mit einer fußartigen Verbreiterung für die Aufstellung des Winkels auf der zweiten Wandung. Der längere Arm bildet die Geradführung eines kurzen Lineals, auf welchem ein Fühlhebel drehbar befestigt ist. Dieses Lineal wird derart verschoben, daß die Fühlspitze des Hebels die Wandung in der zu untersuchenden, schadhaften Stelle berührt. Die Tiefe der Ausfressung läßt sich dann mit Hilfe der Zeigerspitze auf einer kleinen Maßstabteilung ablesen, welche auf dem Lineal angebracht ist; die Entfernung der schadhaften Stelle von der anderen Wandung wird mit Hilfe von Maßstäben ermittelt, mit welchen die Geradführungsleisten versehen sind.

Zur Untersuchung der Blechdicke an Anbohrlöchern dient die in Fig. 548*b* dargestellte Sonde.

Um die Rißtiefen in Feuerbüchsecken zu messen, hat man eine am Ende mit einer geißfußartigen Vertiefung versehene Stecksonde in Benutzung.

Damit hierbei das Rißende klar und deutlich erkannt werde, wird das nach der Rißrichtung gebohrte Loch vorerst mittels einer Rundfeile geglättet.

Zum Messen der Blechdicken der Feuerbüchsseitenwände (durch Stehbolzenlöcher) verwendet man die in der Fig. 548*e* und Fig. 548*f* dargestellte Zange, bezw. Schublehre.

Erstere (Fig. 548*e*) dient für Messungen des Blechs zwischen vier benachbarten Stehbolzen, letztere (Fig. 548*f*) für Messungen am Lochumfange.

Um Ausfressungen abzuklatschen, legt man 0,2 mm starkes Messingblech (s. Fig. 548*k*) auf das Kesselblech und darüber Kautschukleinwand.

Hierauf wird mit einem Rundhammer die ganze bedeckte Fläche abgeklopft. Es prägt sich hierdurch die Gestaltung der Ausfressungen deutlich aus. Statt des Messingblechs kann auch Papier verwendet werden.

Die Einteilung des Kesselbauchs in Quadrate zur leichteren Übertragung des Orts der Ausfressungen in die Kesselprotokolle wird mittels eines biegsamen Lineals und Kreide durchgeführt.

Die Auffindung gänzlich abgerissener Stehbolzen geschieht (s. Fig. 548*l*) durch Beklopfen der Stehbolzenköpfe auf einer Seite und Gegenhalten eines leicht am Stiel nach abwärts gehaltenen kleinen Hammers auf der anderen Seite. Bei gänzlich abgebrochenen Stehbolzen und klaffenden Bruchflächen springt der schwebend gehaltene Hammer vom Stehbolzenkopfe nicht ab. Auch durch Gehör und Gefühl lassen sich beim Beklopfen der Stehbolzenköpfe abgerissene Stehbolzen erkennen. Immerhin bleibt das Auge das sicherste Mittel, ab- und angerissene Stehbolzen zu erkennen. Durch Beklopfen der Niete springen oft harte Nietköpfe und hart gewordene Stiftschrauben ab, und sollen daher erstere mit eisernen Hämmern mäßig stark, letztere mit hölzernen Hämmern leicht beklopft werden.

Zur Beleuchtung der Kessel im innern dienen Wachslichter oder in Petroleum getauchte, auf Draht aufgesteckte Knäuel von Jute oder Werg.

In den Fig. 558*a* und 548*g* ist die Untersuchung der Wasserseite an Rohrwand- und Stehbolzenlöchern durch Spiegel (*S*), dann in den Fig. 548*i* und 548*h* die Untersuchung von Rissen oder Schiefern mittels Nuten- oder Flachmeisel dargestellt.

Die Untersuchung der Bleche auf unganze Stellen derselben geschieht durch Beklopfen mit Hämmern oder besser durch Abreiben mit einem Sandsteinstück, wobei sich die Fehlstellen durch einen eigentümlich hell rauschenden Ton anzeigen.

Durch das Abreiben sowie durch Verwendung von Stahlbürsten wird gleichzeitig eine Reinigung der Kesseloberfläche von Rost vorgenommen, welche ohnehin vor Erneuerung des äußeren Anstrichs erfolgen muß.

Zur Durchführung der wiederkehrend vorzunehmenden Kesseluntersuchungen bestehen bei den Bahnen eigene Vorschriften, deren Einzelausführungen mehr oder weniger den Werkstätten überlassen bleibt.

Da über jeden Kessel ein Protokoll mit Kesselskizze aufgelegt wird, in welches sämtliche bemerkte Schäden, Undichtheiten, Risse, Brüche, Formänderungen, Abrostungen u. s. w. zeichnerisch eingetragen werden müssen, ist es leicht, die Lebensgeschichte des Kessels bei jeder Ausbesserung einzusehen, das Fortschreiten der Schäden festzustellen und die geeigneten Erneuerungen auszuführen. Es darf namentlich nicht außer acht gelassen werden, daß jene Ausbesserungen, welche weitergehende Zerlegungen erfordern, bei dieser Gelegenheit gleich so umfassend vorgenommen werden, daß während des nächsten Betriebsabschnitts eine neuerliche Ausbesserungsarbeit ausgeschlossen erscheint.

Die äußere Untersuchung besteht vornehmlich in der Prüfung der ganzen Betriebsweise des Kessels und richtet sich auf die Speisevorrichtungen, die Wasserstandszeiger, die Manometer und Sicherheitsventile, die Feuerungsanlage u. s. w. Der mit Wasser gefüllte Kessel ist, soweit als möglich, einer äußeren Besichtigung zu unterziehen und ist bei Lokomotivkesseln zu diesem Zweck vorher die Verschalung abzunehmen.

Die undichten und schadhaften Stellen sind aufzunehmen und hat die Reinigung der Kesseloberfläche von Rost und die Vornahme von Ausbesserungen stattzufinden, worauf die Bleche mit einem Anstrich zu versehen sind.

Der inneren Untersuchung geht ebenfalls die Durchsicht der Revisionspapiere und die Besichtigung des Kessels in mit Wasser gefülltem Zustand voraus. Nach geschehener Bezeichnung und Aufnahme der undichten Stellen und bei den Lokomotivkesseln nach Entfernung der Rohre wird der Kessel innerlich befahren, bevor noch der Kesselstein entfernt ist, da z. B. Stehbolzenbrüche durch die Rostspuren und scharfen Trennungslinien des Kesselsteins leichter erkannt werden, solang noch der Zustand des Kessels unverändert ist. Hierauf erfolgt die genaue Untersuchung und Aufnahme des Kesselinneren vor und nach der Reinigung und die Feststellung der Art der Ausbesserungsarbeiten.

Nach beendeter Ausbesserung giebt eine ungefähr auf die Hälfte der Betriebsspannung durchgeführte Wasserdruckprobe Aufschluß über etwaige noch zu behebende Undichtheiten.

Es soll hier noch bemerkt werden, daß es sich nach des Verfassers diesbezüglich angestellten Studien sehr zu empfehlen scheint, sämtliche Wasserdruckproben, insbesondere die behördlichen Druckproben mit Kalkwasser auszuführen, damit namentlich die anfängliche Rostbildung beschränkt werde. Von Nutzen dürfte es auch sein, schon im Werke, ehemöglichst nach dem Auswalzen, die Platten mit Weißkalk anzustreichen. Durch diese Maßnahmen würde die in den Fehlstellen etwa vorhandene, bezw. durch die Druckprobe in dieselben mit dem Wasser hineingelangende Kohlensäure gebunden und die lebhafte Einleitung des Rostens vermieden werden.

Außer den eben besprochenen Maßnahmen zur Untersuchung der Dampfkessel rücksichtlich ihrer Sicherheit sind noch die Untersuchungen der Dampfkesselanlagen bezüglich ihrer Ökonomie ins Auge zu fassen; hierfür wurden insbesondere vom Verein deutscher Ingenieure sowie von dem Verband der Dampfkesselüberwachungsvereine „Grundsätze und Anleitungen für die Untersuchungen an Dampfkesseln und Dampfmaschinen zur Ermittlung ihrer Leistungen“ aufgestellt.

Nach diesen in der Zeitschrift des Verbands der Dampfkesselüberwachungsvereine 1884 Nr. 9, dann in der „Hütte“, Ausgabe 1890 u. a. O. veröffentlichten Normen ist die Leistung einer Dampfkesselanlage zu untersuchen:

1. auf das Maß der Dampferzeugung pro 1 m² Heizfläche und Stunde;

2. auf ihren Wirkungsgrad, d. i. auf das Verhältnis der an den Kesselinhalt abgegebenen Wärmemenge zu dem Heizwert des aufgewendeten Brennstoffs unter gleichzeitiger Bestimmung der einzelnen Wärmeverluste oder nur auf die Verdampfungsziffer, d. h. auf die Zahl der Kilogramme Wasser von bestimmter Temperatur, welche durch je 1 kg eines bestimmten Brennstoffs in Dampf von gewisser Spannung verwandelt werden.

Zur Ausführung dieser Untersuchungen sind in den erwähnten Bestimmungen genaue Vorschriften in betreff Ermittlung der Güte des Brennstoffs und der Zusammensetzung der Verbrennungsprodukte, sowie deren Temperatur, der Bestimmung der Wärmeverluste, der Verdampfung u. s. w. gegeben.

Besonders hervorzuheben ist, daß namentlich die Dampfkesselüberwachungs- und Untersuchungsvereine sich große Verdienste sowohl in Beziehung auf die Erhöhung der Sicherheit des Dampfkesselbetriebs, als auch auf die Hebung der Sparsamkeit im Betrieb der Dampfkesselanlagen erworben haben.

Wehrenfennig.

Dampfkolben (*Steam-pistons*, pl.; *Pistons*, m. pl., *à vapeur*) sind die im Dampfcylinder befindlichen scheibenartigen Körper, welche durch den Dampfdruck hin und her bewegt werden und durch die mit ihnen fest verbundenen Kolbenstangen die Arbeitsleistung des Dampfes in geeigneter Weise weiter übertragen.

1. D. der Lokomotiven. Diese bestehen aus drei Hauptteilen: dem scheibenartigen Kolbenkörper, den in diesem liegenden Dichtungsringen und der Kolbenstange; ersterer dient zur Aufnahme des Dampfdrucks und Weiterübertragung desselben durch die mit ihm fest verbundene Kolbenstange auf den Kreuzkopf, bezw. das Kurbelgetrieb, während die Dichtungsringe nur den dampfdichten Anschluß an die Cylinderwand bewirken. Die Kolbenkörper werden jetzt meistens scheibenartig mit erhöhten Rändern geformt und aus Schmiedeisen oder Stahl hergestellt, um sie bei genügender Festigkeit möglichst leicht halten zu können; jedoch sind auch noch sehr viele gußeiserne Kolbenkörper in Anwendung, die ersteren verdienen indessen entschieden den Vorzug. Die Konstruktion der Kolben geht aus den bei den Dampfcylindern gegebenen Abbildungen Fig. 471, 476, 477 hervor.

Eine häufig angewandte Konstruktion eines gußeisernen Kolbenkörpers ist in Fig. 549 wiedergegeben, bei welcher der Körper zur Erzielung eines möglichst geringen Gewichts hohl gegossen ist.

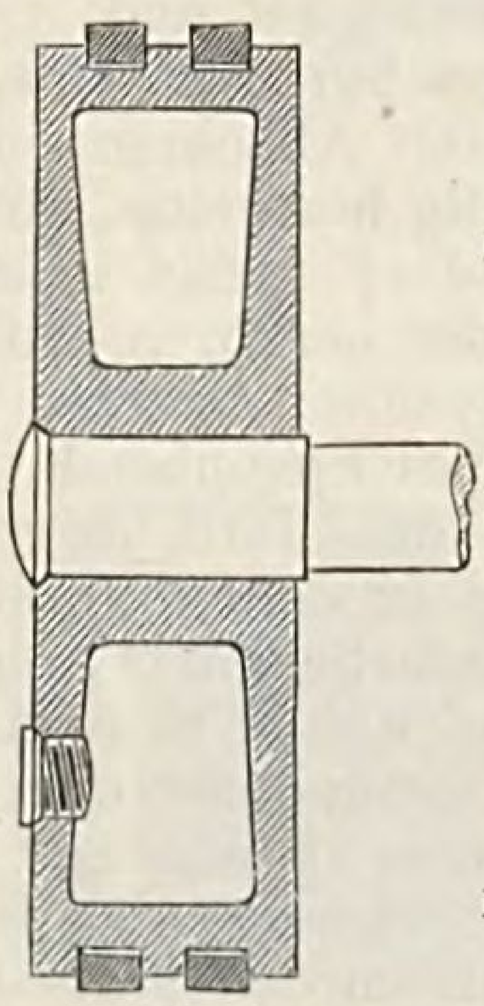


Fig. 549.

1 : 6

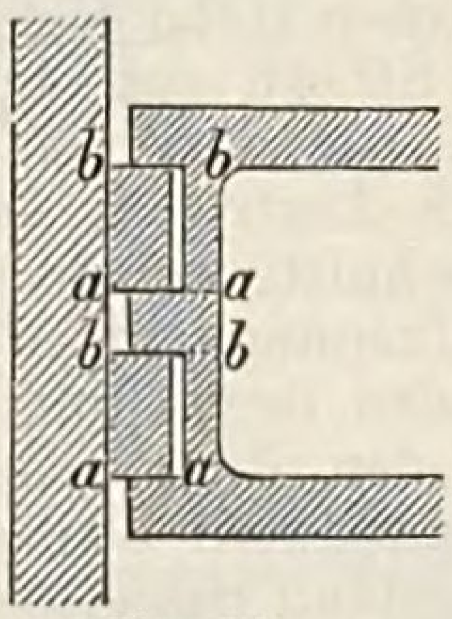
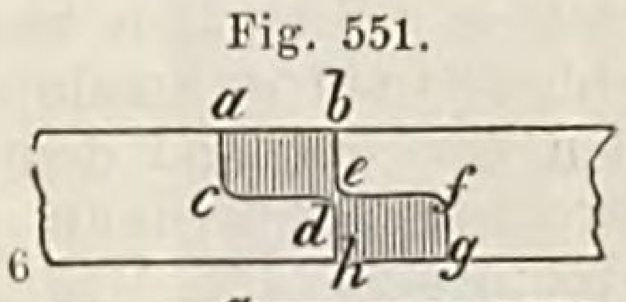


Fig. 550.

Fig. 551.

1 : 6



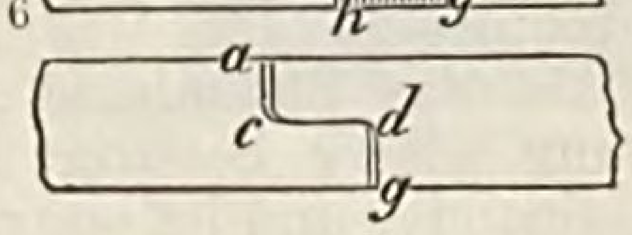


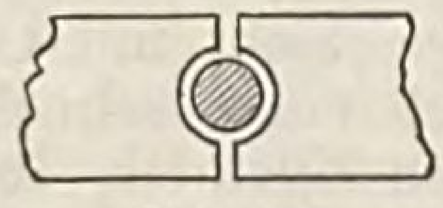
Fig. 552.

Die Kolbenkörper werden auch auf einer Seite eben, auf der anderen ringförmig vertieft. Diese ringförmige Vertiefung wird mit einem Deckel geschlossen oder bleibt offen.

Die Dichtungsringe, deren gewöhnlich zwei an jedem Kolben sind, werden fast allgemein aus Gußeisen als selbstfedernde Ringe hergestellt; ihre Konstruktion und Anordnung geht aus Fig. 550, 551, 552 hervor. Jeder Ring liegt gewöhnlich in einer besonderen Nut und muß sowohl in dieser mit den beiden Stirnflächen *a a* und *b b* (Fig. 550), wie auch in dem Cylinder mit der äußeren Mantelfläche dampfdicht anliegen; ersteres wird dadurch erreicht, daß der Ring zunächst annähernd auf richtige Höhe abgedreht und alsdann durch Schaben und Abschleifen vollständig genau in die Nut passend gemacht wird. Das Schleifen geschieht mit Öl und Schmirgel am besten auf einer schnell umlaufenden vollkommen ebenen Bleitafel. Im Lauf des Betriebs erweitern sich allmählich die Ringnuten, sie „schlagen sich aus“, so daß die Ringe nicht mehr dicht anliegen; diese müssen alsdann durch breitere ersetzt und die Nuten nachgedreht werden. Sobald durch diese Erbreiterung eine weitere Schwächung der neben den Nuten stehen gebliebenen Rippen nicht

mehr thunlich erscheint, werden Reifen aus Schmiedeisen, Stahl oder Stahlguß auf die vorher entsprechend abgedrehten Kolbenkörper aufgezogen und mit den Kolbenringnuten versehen, so daß wieder Ringe von der ursprünglichen Breite verwendet werden können. Zuweilen legt man auch beide Ringe, die sich dann mit den Stirnflächen berühren, in eine einzige Nut.

Zur Erzielung des dampfdichten Anschlusses an die innere Cylinderwand müssen die Ringe mit einem gewissen Druck gegen dieselbe gepreßt werden; man suchte dies früher vielfach dadurch zu erreichen, daß man in die an einer Stelle durchschnittenen Ringe besondere Federn einlegte; gegenwärtig bewirkt man jedoch wie oben bemerkt, fast allgemein das vollkommene Anliegen durch die eigene Elasticität der Ringe. Ein Hohlcylinder, von annähernd dem Durchmesser und der Wandstärke der späteren Ringe, wird auf einen Durchmesser abgedreht, welcher etwa $^1/_{40}$—$^1/_{50}$ größer ist, als die Bohrung des Dampfcylinders; alsdann werden von diesem Hohlcylinder die einzelnen geschlossenen Ringe von der erforderlichen Höhe abgestochen; aus diesen werden nun Stücke von der Form *a b c d* und *e f g h* (Fig. 551 und 552) ausgeschnitten, entweder durch Ausfraisen oder durch Abbohren; diese Ausschnitte werden sorgfältig bearbeitet, so daß die Trennungslinien *c d* und *e f* genau in einer Geraden liegen und einander berühren, sobald man den Ring zusammenspannt; letzteres geschieht durch Umlegen eines Spannbands und zeigt dann der Ausschnitt die Form wie Fig. 552. Hierauf wird der Ring an der Schnittstelle entweder einstweilen zusammengelötet oder er verbleibt in dem Spannband und wird zunächst innen entsprechend dem Durchmesser der Nut ausgedreht und dann außen genau auf den Durchmesser der Cylinderbohrung abgedreht. Sobald das Spannband entfernt oder die Verlötung wieder beseitigt wird, federt der Ring auseinander und ist bestrebt, seine ursprüngliche Krümmung wieder anzunehmen; durch weiteres Auseinanderbiegen kann man ihn über den Kolbenkörper schieben und in die Nut einlegen. Wenn man nun den ganzen Kolben in den Cylinder einbringt, wobei die Ringe zusammengebogen werden müssen, so werden diese infolge ihrer natürlichen Federkraft sich fest an die Cylinderwand anlegen; außerdem werden sich aber auch die Lappen *a c d* und *c d g* in der Schnittfuge überdecken, so daß kein Dampf durch die Schnittstelle hindurchströmen kann. Bei englischen Kolben werden übrigens die Ringe häufig nur einfach quer durchschnitten und die Schnittstellen der beiden Ringe gegeneinander versetzt, wodurch ebenfalls der Dampfdurchgang genügend verhindert wird; die Ringe müssen hierbei in ihrer Lage im Kolbenkörper gegen ein Verdrehen versichert werden und wird zu diesem Zweck in die Schnittfuge ein kleiner Haltstift in den Körper eingeschraubt (Fig. 553).


Fig. 553.

Zuweilen giebt man den Ringen in sehr zweckmäßiger Weise eine veränderliche, nach der Schnittfläche hin abnehmende Dicke, um ihre Federkraft zu vergrößern und gleichmäßiges Anliegen ringsherum zu erreichen. Das genaue, dichte Anliegen erzielt man häufig auch dadurch, daß man die Ringe in einen auf das Maß der Cylinderbohrung ausgedrehten, geschlossenen schmiedeisernen Ring einspannt und durch Überhämmern der Innenseite ein vollkommenes Anliegen der Außenseite der Kolbenringe herbeiführt; das Überhämmern vergrößert außerdem in wirksamer Weise die Federkraft und hat sich bei vielen Ausführungen gut bewährt, erfordert jedoch Geschicklichkeit der Arbeiter.

Kolbenringe, welche durch den Gebrauch in ihrer Federkraft nachgelassen haben, können auch durch Überhämmern wieder brauchbar gemacht werden, sofern sie nicht durch den Verschleiß zu dünn geworden sind.

Die Breite der Kolbenringe beträgt vielfach 25—40 mm, ihre Dicke 13—20 mm.

Besondere Sorgfalt ist der Befestigung zwischen Kolbenstange und Kolbenkörper zuzuwenden. Bei dem Kolben (Fig. 471, 473) (s. Dampfcylinder) ist die Nabe ganz schwach konisch ausgebohrt, auf das entsprechend abgedrehte Ende der Stange dicht schließend aufgeschliffen und schließlich die Stange durch Niederstauchen vernietet. Bei den Kolben in Fig. 474, 477 (s. Dampfcylinder) ist die Stange ebenfalls mit einem in die Nabe des Körpers eingeschliffenen Konus und hinter diesem mit Schraubengewinde versehen, so daß durch die aufgeschraubte Mutter der Kolbenkörper fest auf den Kegel gedrückt wird; hierbei können beide Stücke, Kolbenstange und Kolbenkörper, leicht wieder getrennt werden. Die Schraubenmutter ist gegen selbstthätiges Lösen durch einen durchgesteckten Stift oder in anderer Weise zu sichern. Seltener bringt man auch das Schraubengewinde unmittelbar in der Nabe des Kolbens an, da man bei dieser Ausführung bei krumm gewordenen Kolbenstangen diese von dem Körper oft kaum mehr trennen kann.

Kolbenkörper und Stange sind auch zuweilen (z. B. bei den belgischen Staatsbahnen) in einem Stück angefertigt worden, bei den neueren Ausführungen wurde diese Herstellungsweise indessen wieder verlassen.

Die Kolbenstangen werden aus Stahl hergestellt; ihr Durchmesser beträgt etwa $^1/_6$—$^1/_7$ des Cylinderdurchmessers. Salomon.

2. D. der stationären Dampfmaschinen.

Rasch laufende Maschinen erhalten D. ganz ähnlicher Konstruktion wie jene der Lokomotiven, demnach D., welche nur aus dem Kolbenkörper samt Kolbenstange und den selbstspannenden Kolbenringen bestehen.

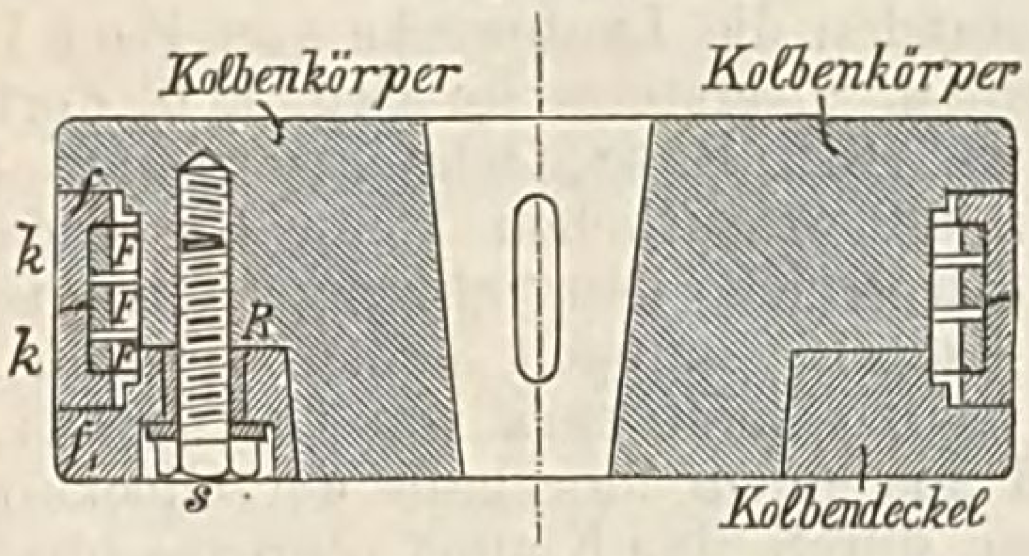
Auch die Befestigung der Kolbenstangen in dem Kolbenkörper erfolgt bei diesen Maschinen in ganz ähnlicher Weise wie bei den D. der Lokomotiven.

Die Konstruktion der D. für Maschinen mit mäßiger Kolbengeschwindigkeit weicht insoferne von denen der Lokomotive ab, als man die D. dieser Maschinen meist mit Kolbendeckeln und stellbaren oder nicht stellbaren Druckfedern (mit oder ohne Einschaltung eines Druckverteilungsrings), welche hinter den Kolbenringen eingelegt werden, und welche durch ihre Spannkraft die Dichtungsringe an die Cylinderwandungen drücken, ausführt. Anstatt Federn

kommen auch geschlitzte Ringe in Anwendung, deren Durchmesser derart vergrößert werden kann, daß ein stärkeres Andrücken der Kolbenringe an die Cylinderwandungen erfolgt.

In Fig. 554—559 ist der D. System Mather & Platt dargestellt. Mittels der spiralförmigen Spannfeder F werden die Kolbenringe k sowohl an die Cylinderwandung als an die Fläche f des Kolbenkörpers und Fläche f_1 des Kolbendeckels gedrückt. Durch passende Wahl von Zwischenblechen, welche bei R eingelegt werden können, und Anziehen der Schrauben s kann man die Spannkraft der Feder regeln. Die Schlitze der Kolbenringe sind versetzt wie

Fig. 554.



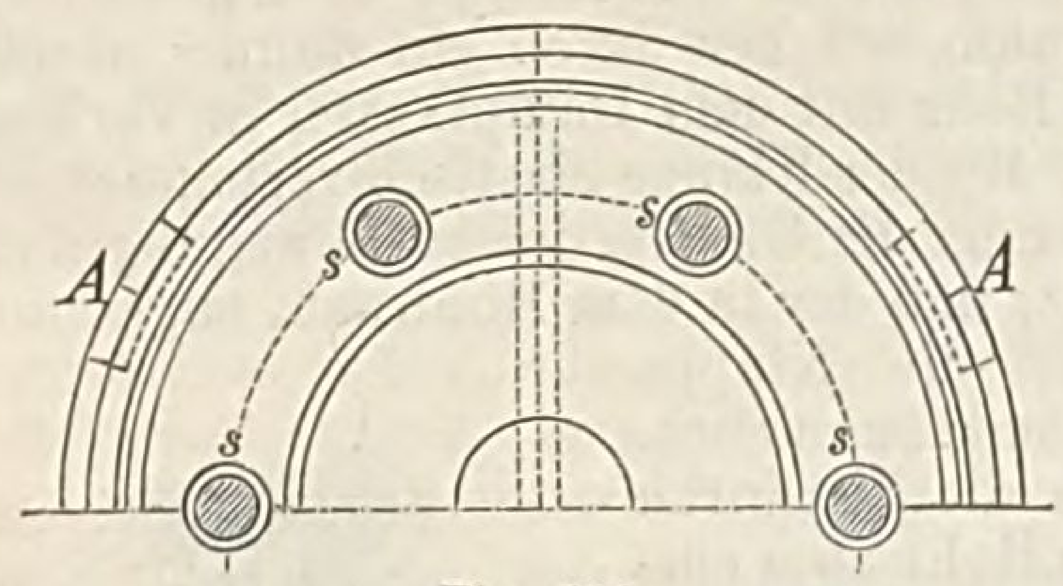


Fig. 555.

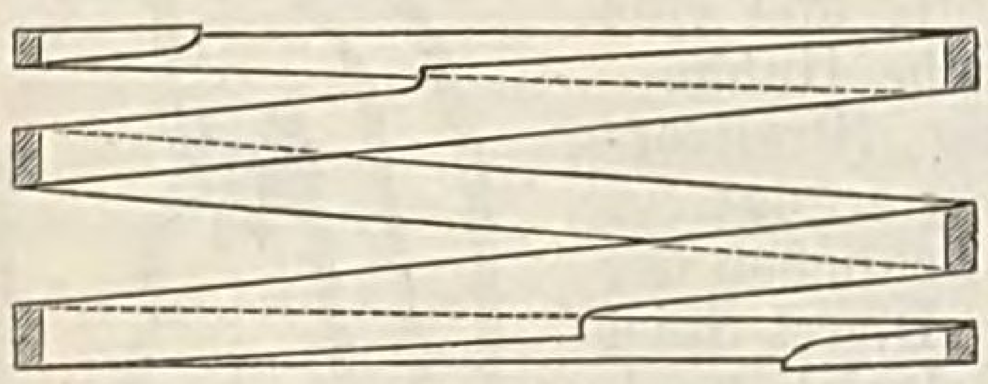


Fig. 556.

Fig. 557.



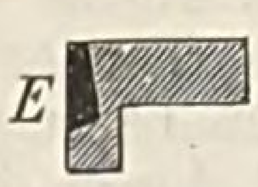




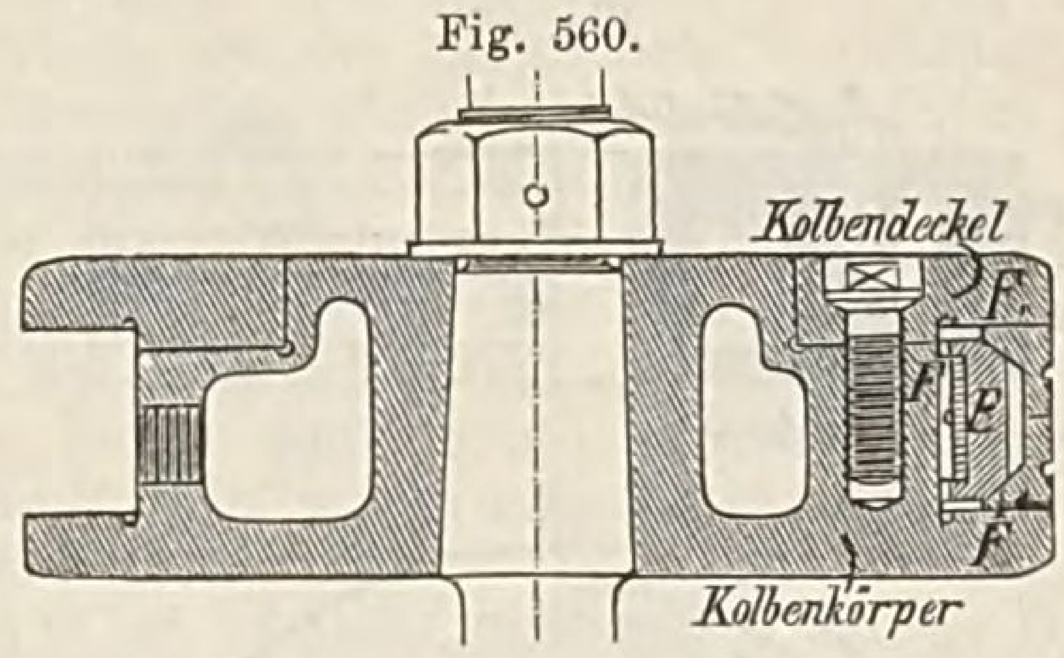
Fig. 558. Fig. 559.

bei allen übrigen Kolbenringen und werden die Schlitze bei A (Fig. 555) zumeist durch Einlagsstücke E (Fig. 558 und 559), welche in die Ausnahmen g der Enden der Kolbenringe (Fig. 557) gelegt werden, gedeckt.

Fig. 560 und 561 stellen einen Kolben dar, bei welchem mit einer wellenförmigen Feder F das Andrücken der innen keilförmig ausgedrehten Kolbenringe an die Cylinderwandungen und an die Flächen F und F_1 des Kolbenkörpers, bezw. Kolbendeckels erfolgt, und zwar wird die Federkraft durch die an verschiedenen Stellen an die Feder angenieteten Einlagsstücke E auf die Kolbenringe übertragen.

Bei dem in Fig. 562 und 563 dargestellten Kolben werden die Kolbenringe K durch die stellbaren Druckfedern F an die Cylinderwandungen gedrückt. R ist ein geschlitzter stählener Druckverteilungsring. Die Federdruckschrauben stützen sich gegen den geschlossenen Stahlring r, durch welchen ein Druckausgleich bei ungleichmäßigem Anziehen der Schrauben D erzielt wird.

Fig. 560.



1 : 10

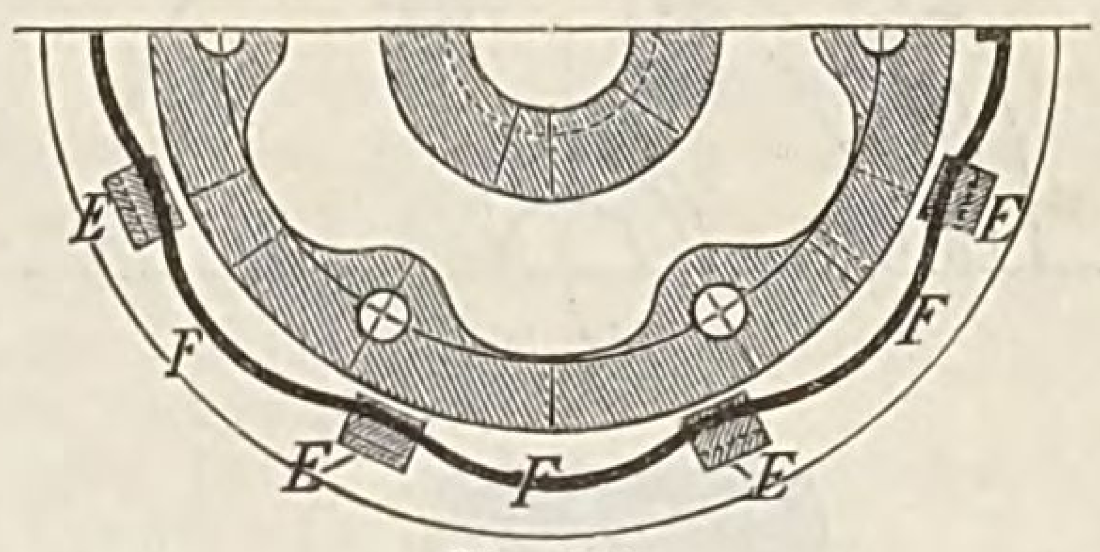
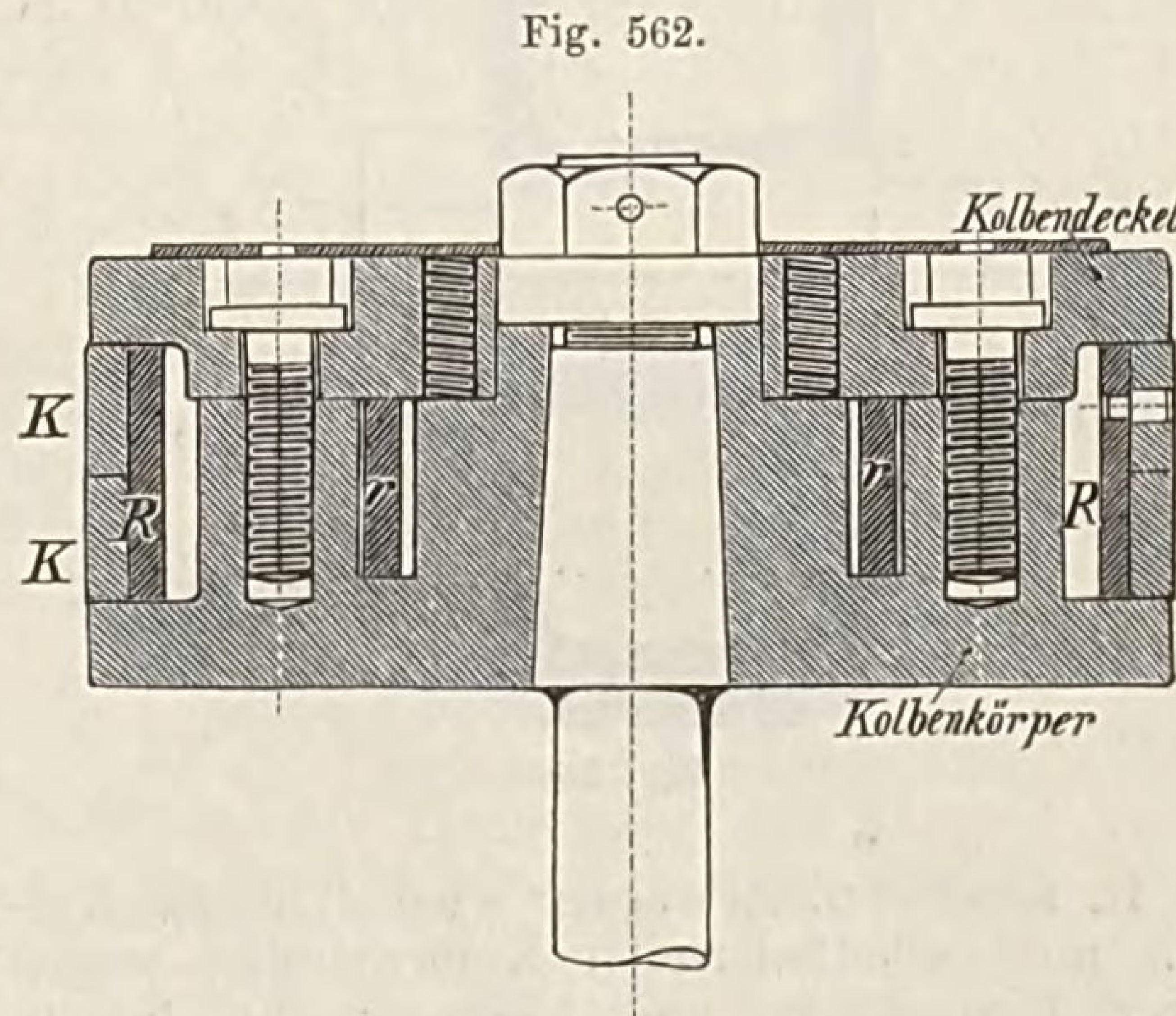


Fig. 561.

Fig. 562.



1 : 10

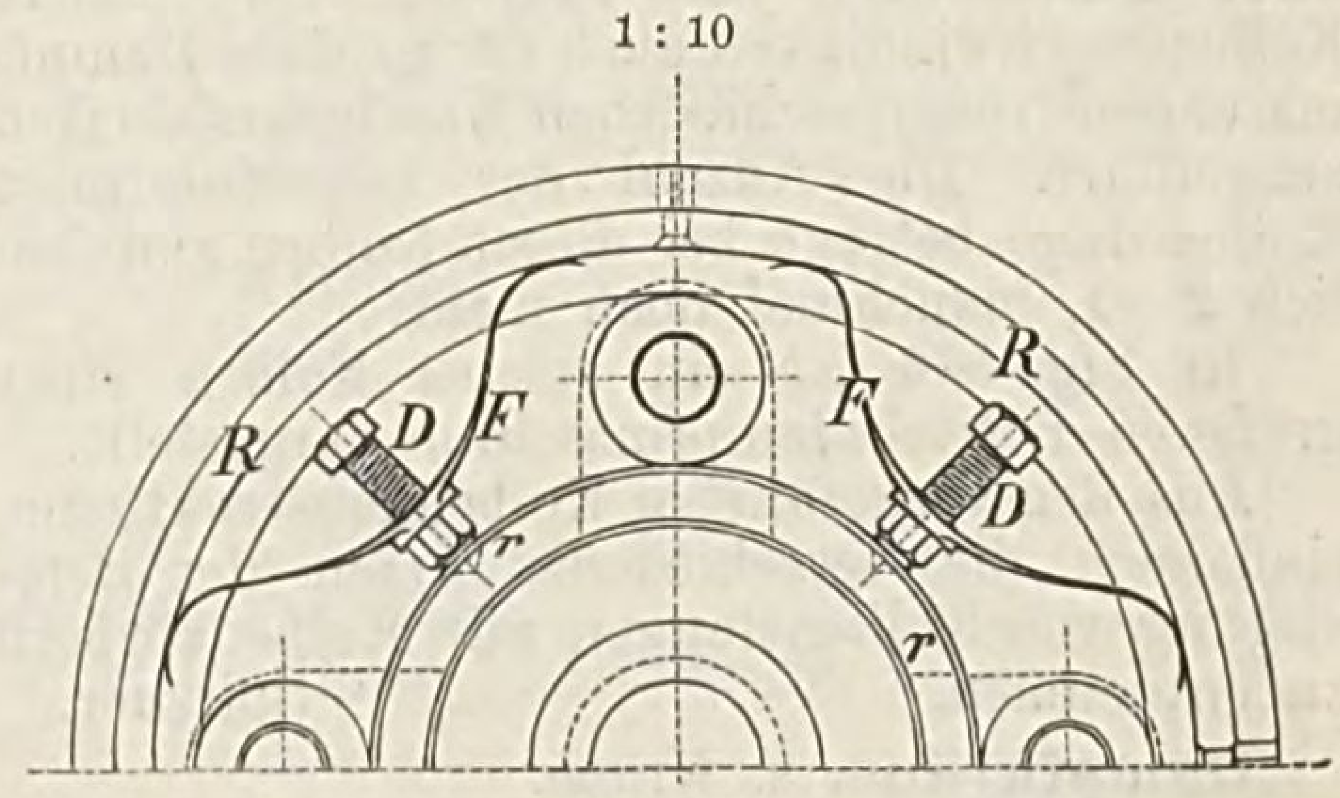


Fig. 563.

Bei dem Kolben (Fig. 564 und 565) wird ein radiales und achsiales Nachspannen der Kolbenringe r mittels des gußeisernen geschlitzten Rings R bewerkstelligt.

Das Nachspannen erfolgt nämlich durch Verringerung der Anzahl der bei A eingelegten dünnen Blechscheiben und Anziehen der Schrauben s, indem hierdurch der Durchmesser der Ringe r vergrößert wird. Jeder Kolbenring be-

steht aus zwei ineinander gelegten Ringen, deren Schlitze versetzt sind.

Bei all den genannten und anderweitig ausgeführten zweiteiligen Kolben, bei welchen der Kolbenkörper mit dem Deckel durch eine Anzahl von Schrauben verbunden ist, hat man für eine vollkommene Sicherung der Schrauben gegen Losdrehen Sorge zu tragen.

Fig. 564.



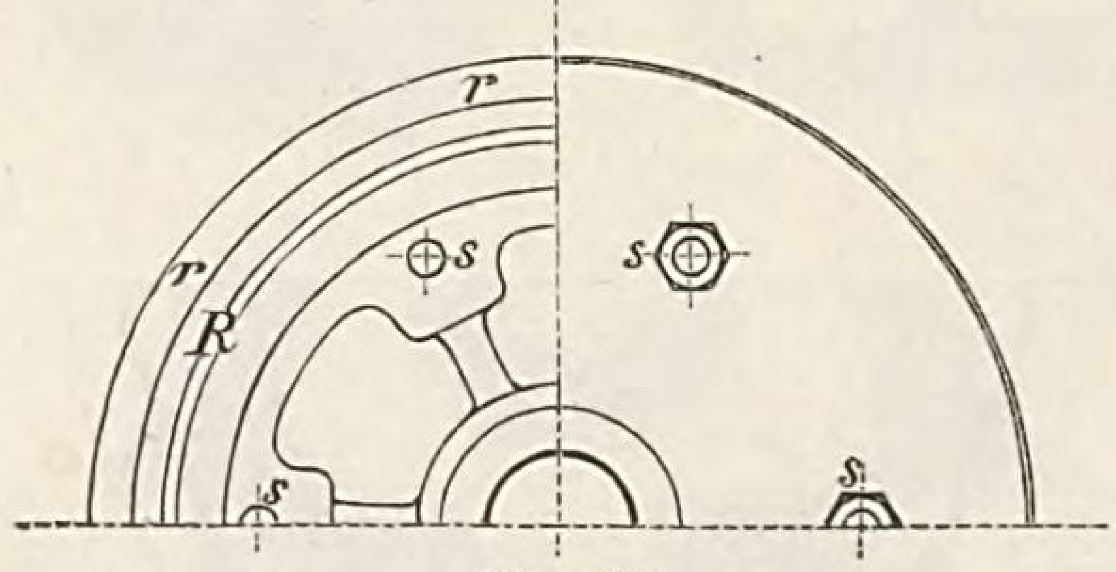


Fig. 565.

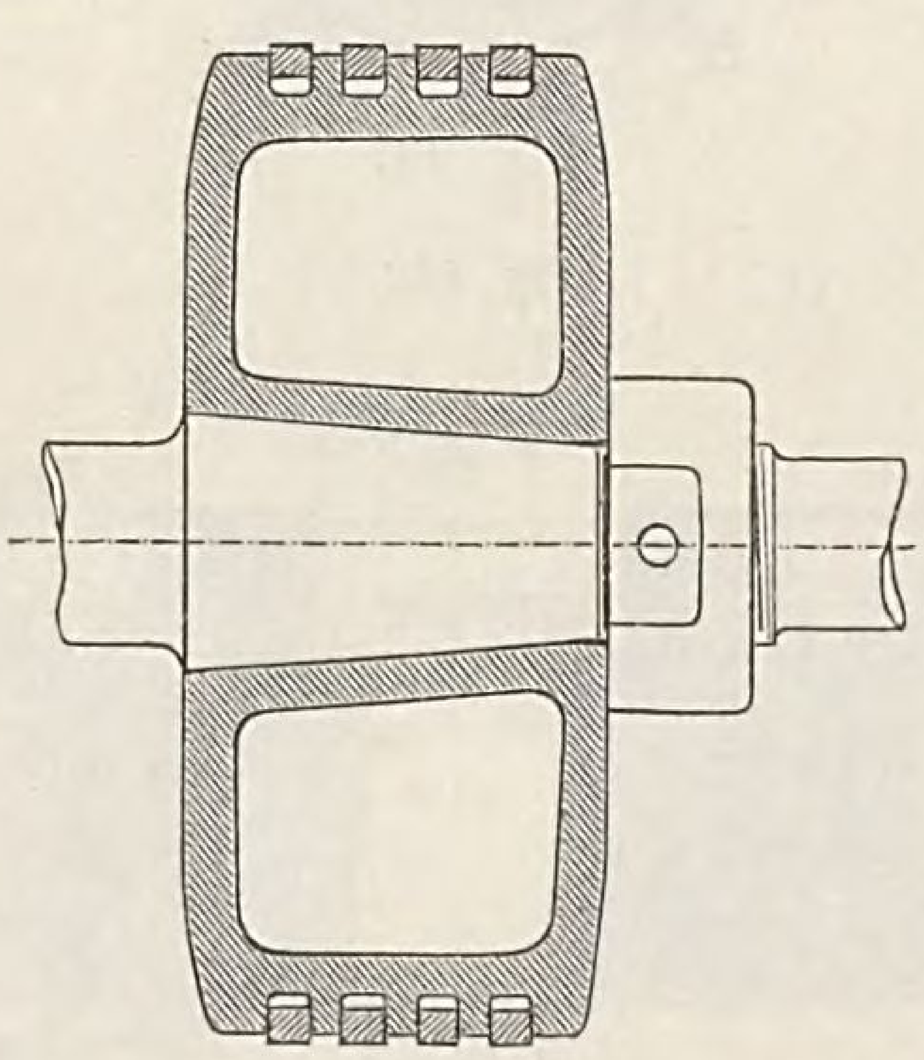


Fig. 566.

In neuerer Zeit werden wieder häufig Kolben mit selbstfedernden Kolbenringen wegen ihrer Einfachheit und Eignung für höhere Kolbengeschwindigkeit auch für größere Dampfmaschinen von verschiedenen Maschinenfabriken ausgeführt. Die Anzahl der selbstfedernden Kolbenringe beträgt bei diesen Kolben gewöhnlich 2—4, manchmal noch mehr.

In Fig. 566 ist ein solcher Kolben einer größeren Betriebsdampfmaschine dargestellt.

Aus den vorgeführten Kolbenkonstruktionen sind auch die verschiedenen Arten der Befestigung von Kolbenstangen mit Kolbenkörpern zu entnehmen. Spitzner.

Dampfkräne, s. Kräne.

Dampfläutewerke, Glockensignalvorrichtungen an der Lokomotive, welche durch Dampf bethätigt werden.

Die ursprünglichste aus Amerika stammende Form der Läutewerke sind Glocken, welche mittels einer Schnur vom Maschinenführer beim Kreuzen von Wegübergängen in Bewegung gesetzt werden. Jede amerikanische Lokomotive besitzt eine solche Glocke. Zum Geben der Glockensignale wird der amerikanische Lokomotivführer durch längs der Bahnlinie aufgestellte, mit einem *B* (*Bell* = Glocke) im Gegensatz zu *W* (*Whistle* = Pfeife) beschriebene Tafeln aufgefordert. Bei einzelnen amerikanischen Bahnen wurden diese Glocken auch von einer Lokomotivachse in Bewegung gesetzt.

Mit dem Beginn des Baues von Nebenbahnen, welche teils ganz auf öffentlicher Straße liegen, teils unbewachte Wegübergänge zu überschreiten haben, stellte sich auch in Deutschland das Bedürfnis ein, die schrillen, insbesondere die Pferde scheu machenden Dampfpfeifen durch Glocken zu ersetzen. Anfangs wurden für solche Linien bestimmte Lokomotiven mit Handglocken versehen, deren Bedienung jedoch gerade an den gefährlichsten Stellen dem Lokomotivführer bei Handhabung der Bremse etc. hinderlich war. So entstanden die Läutewerke von Pohl und Schichau (s. ersteres im Org. f. d. Fortschr. d. Eisenb. 1870, S. 38, letzteres ebenda 1883, S. 242), im wesentlichen kleine Kolbendampfmaschinen, welche den Schwengel einer Glocke an die Kolben gekuppelt haben. Weitaus einfacher ist das Läutewerk von Latowski, bestehend aus einem innerhalb der Glocke angebrachten, durch eine Klappe oben geschlossenen Hohlraum, welcher durch ein dünnes abschließbares Rohr mit dem Dampfkessel in Verbindung steht. Mit der Klappe elastisch verbunden ist der Schwengel der Glocke, dessen Bewegung dadurch erfolgt, daß der in dem Hohlraum angesammelte Dampf die Klappe hebt und ausströmt. Durch die hierdurch in den Hohlraum eintretende Druckverminderung und eine elastische Hubbegrenzung (Prellvorrichtung) erfolgt ein rasches Schließen der Klappe. Dieses Spiel wiederholt sich durch Nachströmen des Dampfes in den Hohlraum. Die neuere in Fig. 567 dargestellte Konstruktion dieses Läutewerks unterscheidet sich von der beschriebenen nur dadurch, daß statt der Klappe ein Ventil angebracht ist, durch welches der Dampf in einen äußeren, den inneren Hohlraum umgebenden Raum von ringförmigem Querschnitt abströmt und von da in den Tender oder unter die Maschine geleitet werden kann. Die Läutewerke sind für Deutschland durch den § 12 der Bahnordnung für Bahnen untergeordneter Bedeutung vorgeschrieben. Derselbe lautet: „Sofern auf einer Bahnstrecke Wegübergänge vorkommen, welche nicht bewacht sind, sind die Lokomotiven mit Läutewerken auszurüsten.“ In Italien und Frankreich werden auf dergleichen Bahnen statt der Läutewerke kleine, mittels Handluftpumpen zum Ertönen gebrachte kleine Hörner verwendet (s. Läutewerke).

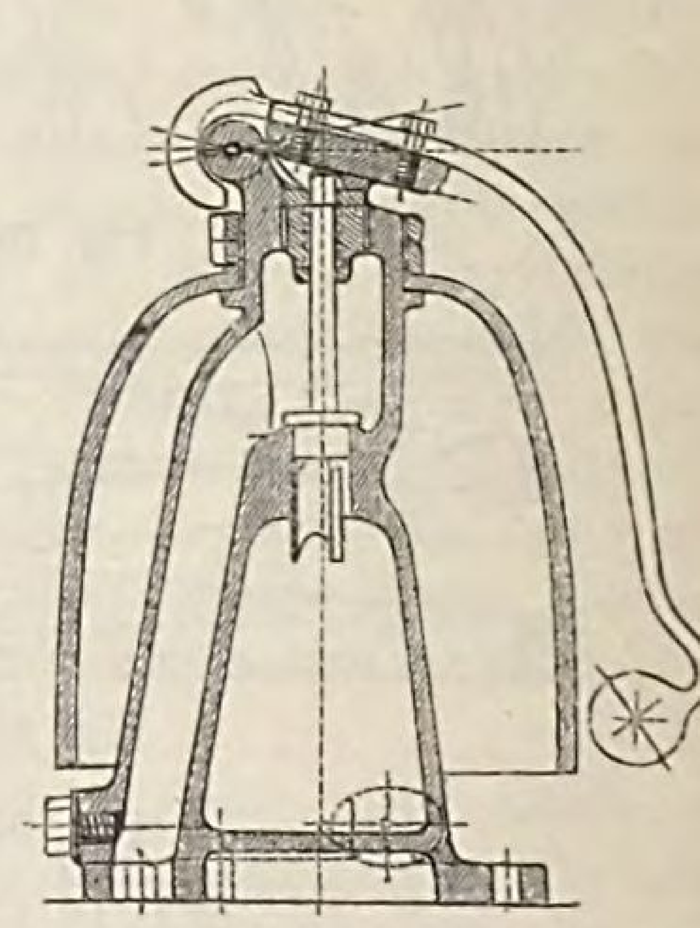


Fig. 567.

Dampfleitungsrohre (*Steam-pipes*, pl.; *Conduits*, m. pl., *de vapeur*), die aus Gußeisen, Schmiedeisen, Stahl, Kupfer, Rotguß u. s. w. hergestellten cylindrischen Rohre, welche die Verbindung zwischen Dampfkessel und Dampfmaschine oder einem anderen Objekt, welchem Dampf- oder Kesselwasser zugeführt werden soll, herstellen.

Für die Wandstärke gußeiserner Dampfrohre dient nach Reuleaux die empirische Formel

$$\delta = 12 + \frac{D}{50},$$

worin δ = Wandstärke in Millimetern, D = innerer Rohrdurchmesser in Millimetern ist.

Die Berechnung der Röhren mit hoher innerer Pressung geschieht nach der Lamé'schen Formel

$$\frac{\delta}{D} = \frac{1}{2}\left(\sqrt{\frac{S+p}{S-p}} - 1\right),$$

in welcher p den inneren Druck auf die Flächeneinheit, bei n Atmosphären $p = \frac{n}{100}$, S die größte Spannung im Längsschnitt der Rohrwandung in Kilogramm pro 1 mm² (bei bestem Gußeisen und ausgezeichnetem Guß bis 7 kg) darstellt.

Schmiedeiserne Rohre werden entweder geschweißt (in Amerika legt man in neuerer Zeit die überblattete Schweißnaht schraubenförmig), oder mit Überblattung genietet.

Stählerne Rohre werden aus weichem Stahl in ähnlicher Weise wie schmiedeiserne angefertigt oder nach dem Mannesmann'schen Schrägwalzverfahren aus dem vollen Stab hergestellt.

Geschweißte Rohre haben eine große Widerstandsfähigkeit gegen Druck und Zug, eine weit geringere gegen innere Pressungen.

Für letztere kann bei stumpfgeschweißten Längsnahtrohren $S = 1$ kg pro 1 mm², bei über Blatt geschweißten $S = 6—9$ kg, bei schraubenförmig über Blatt geschweißten $S = 20$ bis 28 kg, bei Mannesmann-Rohren S bis nahe zur Elasticitätsgrenze gehend, angenommen werden.

Kupferne Röhren werden entweder über den Dorn gezogen oder hartgelötet, oder sie werden nach dem Mannesmann-Verfahren ausgewalzt.

Auch durch galvanisches Niederschlagen auf einen sich drehenden Kern unter fortwährender mechanischer Verdichtung der sich bildenden Schichte mittels eines schraubenförmig fortschreitenden Poliersteins (Achat) können kupferne Rohre hergestellt werden.

Gelötete Rohre dürfen wegen der, durch die Lötung auf ungefähr $^1/_3$ herabsinkenden Festigkeit des Kupfers, keinen höheren Spannungen als $1—1^1/_4$ kg ausgesetzt werden.

Sogar die Erwärmung durch Dampf von 4—6 at schwächt das Kupfer schon um 10 bis 12%.

Messingrohre werden wie die Kupferrohre meistens über den Dorn gezogen oder auch gelötet.

Bei langen Dampfrohrleitungen muß auch den durch die Temperatur bewirkten Längenausdehnungen Rechnung getragen werden (Compensation der Wärmeausdehnung). Dies geschieht durch Einschaltung elastischer Rohrkniee, elastischer Stahlböden oder Stopfbüchsen. Die Längenausdehnung beträgt für eine Wärmezunahme von 0—100° C. bei gußeisernen Rohrleitungen $\frac{1}{900}$, bei schmiedeisernen Rohrleitungen $\frac{1}{800}$ der Länge. Die Verbindung der Leitungsrohre geschieht durch Flanschen mit Dichtungsmitteln aus Kupfer, Blei, Mennige mit Sieb, Linsen, durch Schraubengewinde u. s. w.

Pappendeckeldichtungen sind für Rohrverbindungen bei höher gespanntem Dampf zu vermeiden, da dieselben erweichen und dann leicht ausgeblasen werden.

Für jene Dampfleitungsrohre, welche eine Wärmeabgabe (für Heizungen u. s. w.) nicht bezwecken, ist die möglichste Verhütung des Wärmeverlustes anzustreben, was durch gute Umhüllungen (Isolierschichten) geschieht.

Auf diese Wärmeverluste hat vorzugsweise sowohl das Material der Dampfleitungen als auch die Beschaffenheit der Oberfläche desselben, ferner der Zustand und die Temperatur der die Rohrleitungen umgebenden Luft großen Einfluß.

Auch ist es nicht gleichgiltig, ob der Dampf in dem Rohr ruht oder ob er dasselbe durchstreicht.

Aus den Versuchen des Mülhausener Dampfkesseluntersuchungsvereins gegen die Abkühlung der Dampfröhren geht hervor, daß kupferne Röhren weit weniger Wärme abgeben als eiserne. Kupferne Röhren soll man also nicht zu Heizanlagen verwenden.

Kupfer leitet die Wärme zwar besser als Eisen (nämlich im Verhältnis von 2,4 : 1), aber der Koefficient für die Ausstrahlung ist wesentlich geringer, nämlich für Kupfer 0,16 und für Eisen 3,36. Nach Péclet ist der Wärmeverlust folgendermaßen auszudrücken (s. Zeitschrift des Verbands der Dampfkesseluntersuchungsvereine 1880, Nr. 11):

Wenn M die gesamte, R die durch Strahlung und A die durch Berührung pro Zeiteinheit (Stunde) und Quadratmeter Oberfläche ausgeströmte Wärmemenge bezeichnet, wofern die Wärme vom Körper auf Luft übertragen wird, so ist $M = R + A$, wobei

$$R = 124{,}72\ K\ a^T\ (a^t - 1)$$
$$A = 0{,}552\ K_1\ t^b$$

T ist die Temperatur der Umgebung, t der Überschuß der Temperatur des Körpers über diejenige der Umgebung, a eine konstante Zahl 1,0077 und b = 1,233, K bedeutet eine Zahl, welche von der Beschaffenheit der Oberfläche abhängt, und K_1 eine Zahl, die mit der Form und Größe des Körpers veränderlich ist.

Die von Péclet ermittelten Werte von K sind für

poliertes Messing	0,258
Kupfer, blank	0,160
Zink	0,24
Zinn	0,215
poliertes Schwarzblech	0,45
gewöhnliches Blech	2,77
verrostetes Blech und Roheisen	3,36
neues Roheisen	3,17
Glas	2,91
Kreidepulver	3,32
Sägespäne	3,53
Kohlenpulver	3,42
feiner Sand	3,62
Ölanstrich	3,71
Kienruß	4,01
Baustein (Gips)	3,60
Wollenstoff	3,68
Seidenstoff	3,71
Wasser	5,31
Öl	7,24

Zur Verringerung des Ausstrahlungsverlustes würden also Kupfer- oder Messingrohre, dann Umhüllungen von dünnem Kupfer oder Messing oder poröse Stoffe am besten dienen, ein Ölfarbenanstrich aber nicht zweckmäßig sein.

Eisenblech empfiehlt sich für D. in Hinsicht auf die Wärmeverluste durch Ausstrahlung nicht, weil dasselbe leicht rostet und der Unterschied zwischen glatter und verrosteter Oberfläche sehr groß ist (0,45 gegen 3,36).

Werte von K_1 sind für kugelförmige Körper

$$= 1{,}778 + \frac{0{,}13}{r},$$

für wagerechte Cylinder

$$= 2{,}058 + \frac{0{,}0382}{r},$$

für senkrechte Cylinder

$$\left\{0{,}726 + \frac{0{,}0345}{\sqrt{r}}\right\} \cdot \left\{2{,}43 + \frac{0{,}8758}{\sqrt{h}}\right\}$$

für ebene senkrechte Oberflächen

$$= 1{,}764 + \frac{0{,}636}{\sqrt{h}}.$$

Je größer der Temperaturunterschied zwischen der äußeren Luft und dem durch die D. durchgehenden Dampf, ferner, je bewegter die diese Röhren umgebende Luft ist, desto größer werden die Wärmeverluste sein. Es folgt daraus, wie notwendig es ist, die zu den Dampfcylindern führenden Dampfzuleitungsrohre bei Lokomotiven, welche äußere Regulatoren besitzen, aufs beste zu umhüllen.

In nachstehenden, dem Reuleaux'schen Konstrukteur, 4. Aufl., 4. Lief., auszugsweise entnommenen Tabellen erscheinen einige der wichtigsten Wärmeschutzmassen angeführt.

Tabelle I.
Dampftemperatur 155° C.; Schutzschichte überall 25 mm dick.

Schutzstoff	Prozent feste Bestandteile im Schutzstoff	1 m² giebt stündlich ab Wärmeeinheiten
Luftraum, d. i. unverhülltes Rohr	0,0	1302
Wolle	2,1	301
Kalcinierte Magnesia	2,3	335
Korkkohle, grob	3,1	343
Kalcinierte Magnesia	4,9	340
Wolle	5,6	220
Lampenschwarz	5,6	266
Kohlensaure Magnesia	6,0	371
Kieselguhr	6,0	393
Wolle	7,9	238
Asbest	8,1	1329
Kieselguhr	11,2	426
Tannenholzkohle	11,9	376
Kohlensaure Magnesia	15,0	416
Filz	18,5	277
Lampenschwarz	24,4	286
Kalcinierte Magnesia	28,5	1156
Gips	36,8	839
Anthracitkohle	50,6	968
Feiner Sand	51,4	1690
Grober Sand	52,9	1684

Nach obiger Tabelle (s. bei kalcinierter Magnesia) nimmt also die Wärmeabgabe der Hülle mit dem Prozentsatz an festen Bestandteilen zu. Asbest ist ungünstig, Lampenschwarz und Wolle günstig.

Von obigen Schutzstoffen hält Prof. Ordway für die besten: Filz, Kork, Kieselguhr, Magnesia, Holzkohle.

Nach der Revue industrielle, September 1888, S. 346, kann eine sehr wirksame und billige Schutzmasse aus gewöhnlichem Mehlkleister und Sägespänen hergestellt werden.

Tabelle II.
Dampftemperatur 155° C. Schutzschichte verschieden dick.

Schutzstoff	Dicke der Schichte	Prozent fester Bestandteile im Schutzstoff	1 m² giebt stündlich ab Wärmeeinheiten
	mm		
Baumwollwatte, geschlichtet	50	1,0	129,1
„ geschlichtet	40	1,3	193,4
„ geschlichtet	30	1,7	205,5
„ geschlichtet	20	2,5	326,4
„ geschlichtet	15	3,4	424,2
„ geschlichtet	10	5,1	502,4
Wollwatte	25	5,6	219,8
Kalcinierte Magnesia, lose	25	2,3	335,2
Dieselbe gedrängt	25	4,9	340,1
„ gepreßt	25	28,5	1155,9
Kohlens. Magnesia, lose	25	6,0	370,9
Dieselbe gedrängt	25	9,4	386,7
„ gepreßt	25	15,0	416,5
Kieselguhr, lose	25	6,0	393,4
„ gedrängt	25,6	11,2	425,8
Kork in Streifen	15	?	87,1
Gekittetes Korkklein*)	30	?	59,2
Teig von Kieselguhr und Haaren	9	?	69,4

*) Korkabfälle, mit dem Hackmesser klein gehackt und mit dem anderthalbfachen Gewicht Wasserglas von 30 Beaumé zusammengekittet. Schmale Luftschichte darunter.

Bei Lokomotiven sind meistens nur Eisenblechverschalungen, welche das Einströmungsrohr in einem Abstand von etwa 30—40 mm umgeben, angewendet, da andere Wärmeschutzmassen entweder zu kostspielig oder bei den Erschütterungen, welche die Lokomotive erfährt, zu wenig haltbar wären.

Da die Luft durch ungleichmäßige Erwärmung in Bewegung gerät und hierbei die Wärme von dem umhüllten Körper auf die kältere Hülle überträgt, so sollte, um die Luft als Wärmeschutz verwenden zu können, ein weiterer Körper vorhanden sein, der sie an der Bewegung hindert. Man müßte also Sorge tragen, die den Dampfcylinder oder die Einströmungsrohre umgebenden Lufträume mit einem solchen, die Bewegung der Luft hindernden Material auszufüllen.

Der Schutz der Rohrleitungen vor Abkühlung ist umso wichtiger, je länger dieselben sind und je größeren Durchmesser sie haben.

Wenn man aber, um den Dampfverlust infolge äußerer Abkühlung zu verringern, die lichte Weite der Rohrleitungen zu klein annähme, so würde infolge des Leitungswider-

stands ein bedeutender Spannungsverlust eintreten. Es muß also für einen bestimmten Fall einen vorteilhaftesten Rohrdurchmesser und eine demselben entsprechende, vorteilhafteste Dampfgeschwindigkeit geben.

Der zweckmäßigste Leitungsdurchmesser wird also von den jeweiligen Betriebserfordernissen abhängen und kann durch Rechnung ermittelt werden.

Ist zum Beispiel die Kesselspannung und die Spannkraft des Dampfes am Ende der zu erbauenden Leitung gegeben, so läßt sich nach diesem bekannten Spannungsabfall (Druckverlust) der Leitungswiderstand, die Dampfgeschwindigkeit und der Leitungsrohrdurchmesser berechnen.

Der Leitungswiderstand für Dampf ist von jenem der Luft bei gleicher Dichte und Geschwindigkeit nicht wesentlich verschieden und kann nach Prof. Fischers Formel:

$$z = 0{,}000015\, \gamma \frac{l}{d} v^2$$

berechnet werden. (Genauere Angaben siehe „Hütte", 14. Aufl., I, S. 701.)

In dieser Formel bedeutet:

z = Druckverlust zwischen Anfang und Ende der Leitung in Atmosphären;

γ = Dampfdichte, Gewicht von 1 m^3 Dampf von der in der Leitung herrschenden mittleren Spannung in Kilogramm;

l = Länge der Leitung in Metern;

d = Leitungsdurchmesser in Metern;

v = mittlere Dampfgeschwindigkeit pro Sekunde in Metern.

Es kann somit bei bekanntem Leitungswiderstand (Druckverlust) der Rohrdurchmesser leicht gefunden werden, und zwar ohne Rücksicht auf die Kondensationsverluste in der Leitung, welche ja ohnehin ohne Erhöhung des Spannungsverlustes (Verminderung des Leitungsdurchmessers) nicht günstiger zu gestalten wären.

Wenn dagegen der Kesseldruck gewählt werden kann, so läßt sich dieser aus Vergleichsrechnungen über den Dampfverbrauch der ganzen Dampfmaschinenanlage samt Leitung bei großem und kleinem Spannungsabfall, also bei enger und weiter Leitung und aus den übrigen Umständen ermitteln.

Hierzu benötigt man die Kenntnis der Menge des sich pro Quadratmeter bildenden Kondensationswassers.

Nach Prof. Gutermuths Versuchen hat sich auf 1 m^2 Leitungsfläche die stündliche Kondensationswassermenge bei sorgfältigster Isolierung und Umhüllung der Leitung ergeben:

bei einer schmiedeisernen Leitung von d = 75 mm lichter Weite und l = 330 m bei

2 at mit 1,1 kg
3 „ „ 1,21 „
5 „ „ 1,29 „
6 „ „ 1,35 „

bei einer gußeisernen Leitung von d = 140 mm l. W. bei l = 323 m und

3 at mit 1,03 kg
4 „ „ 1,09 „
5 „ „ 1,21 „
6 „ „ 1,33 „

Für nicht umhüllte Rohre ergaben sich folgende Niederschlagswassermengen:

bei einer schmiedeisernen Leitung von d = 120 mm l. W. bei l = 22 m und

3 at mit 3,39 kg
5 „ „ 4,17 „

bei einer gußeisernen Leitung von d = 150 mm l. W. bei l = 3 m und

2,5 at mit 3,8 kg

Diese Ziffern der Niederschlagsmengen sind untereinander nicht vergleichbar, da die Versuche unter äußeren Umständen ausgeführt wurden, welche wesentlich voneinander abweichen.

Stühlen dagegen giebt an, daß die Niederschlagsmenge pro Stunde und 1 m^2 Oberfläche bei 2—4 at Überdruck durchschnittlich bei guter Umhüllung 0,75—1 kg, ohne gute Umhüllung 2—3 kg Wasser betragen kann.

Aus diesen Ziffern kann man den durch Verdichtung stattfindenden Dampfverlust und aus diesem berechnen, ob es vorteilhafter sei, eine weite Leitung mit geringem, oder eine enge Leitung mit großem Spannungsabfall (Druckverlust) anzuwenden.

Litteratur: Reuleaux, Konstructeur, 4. Aufl., 4. Lief.; Jahresbericht der Association alsacienne des propriétaires d'appareils à vapeur pro 1878/79; Zeitschrift des Verbands der Dampfkesselüberwachungsvereine, Nov. 1880, Breslau; Gutermuth, Über die zweckmäßigste Dampfgeschwindigkeit in Dampfleitungsröhren, Berlin 1887. Wehrenfennig.

Dampfmangel, Nichtvorhandensein des zum ordnungsmäßigen Betrieb erforderlichen Dampfes. D. entsteht, wenn der Kessel nicht so viel Dampf entwickelt, als von der Dampfmaschine verbraucht wird und infolgedessen der Dampfdruck soweit sinkt, daß dessen Spannung nicht mehr hinreicht, um die erforderliche Geschwindigkeit der Maschine zu erhalten. In der Regel ist der Grund hierfür in mangelhafter Behandlung des Feuers zu suchen. Bei Lokomotiven kann D. zu Anfang der Fahrt eintreten, wenn der Lokomotivführer mit zu geringer Dampfspannung und nicht genügend durchgebranntem Feuer abgefahren ist; nach längerer Fahrt kann derselbe durch Verschlacken des Feuers herbeigeführt werden, und gegen Ende der Fahrt, wenn der Führer, um Kohlen zu sparen, das Feuer zu früh und zu weit hat niederbrennen lassen. Die Ursache des D. kann aber auch in schlechtem Brennmaterial, in fehlerhafter Dampfverteilung durch die Schiebersteuerung oder endlich auch in mangelhafter Wirkung des Blasrohrs zu suchen sein. Frank.

Dampfmantel (Dampfhemd) (*Steam-jacket; Chemise, f., du cylindre*), die meist nur bei feststehenden Dampfmaschinen um den Dampfcylinder in einem bestimmten Abstand, konzentrisch herumgeführte (gewöhnlich angegossene) Wandung, durch welche die während der Expansionsperiode im Dampfcylinder (s. d.) eintretende Kondensation des Dampfes möglichst verhindert und eine größere Leistung desselben bei nahezu gleichem Dampfverbrauch erzielt werden soll. Zu dem Zweck wird in den zwischen der Wandung des Dampfcylinders und des D. gebildeten Hohlraum frischer Dampf eingelassen, wodurch der Dampfcylinder so erwärmt wird, daß die Kondensation des expandierenden Dampfes vermindert und dessen Leistung erhöht wird. In Fig. 492 ist ein D.,

der den Heizraum *m* nach außen umschließt, ersichtlich. (Näheres s. Dampfcylinder.)

Dampfmaschine (*Steam-engine*; *Machine*, f., *à vapeur*), Maschine, bei welcher man die Kraft des in einem Dampfkessel erzeugten, gespannten Dampfes auf einen Maschinenteil wirken läßt, durch dessen Bewegung die entwickelte Arbeit nutzbar gemacht wird.

Je nachdem diese Bewegung geradlinig hin- und hergehend oder in kreisförmiger Bahn erfolgt, unterscheidet man Kolbendampfmaschinen und rotierende D.

Die rotierenden D., einschließlich der in neuerer Zeit verbesserten Dampfturbinen, weisen den Kolbendampfmaschinen gegenüber solche Nachteile in Betrieb und Konstruktion auf, daß sie bis heute keine ausgedehnte Anwendung gefunden haben.

Bei den Kolbendampfmaschinen wird die dem Dampf innewohnende Arbeit dadurch nutzbar gemacht, daß man in einen Dampfcylinder, Fig. 568, der auf einer Seite durch einen Deckel D_1 geschlossen ist, zwischen Kolben und Cylinderdeckel durch eine Einlaßöffnung *DE* bei e_1 gespannten Dampf eintreten läßt, während auf der anderen Kolbenseite eine kleinere Spannung, z. B. der atmosphärische Luftdruck, herrscht. Der Dampf verschiebt den Kolben mit einer Kraft, welche umso größer ist, je größer der Unterschied der auf beiden Kolbenseiten wirkenden Spannungen ist. Der Kolben ist nun im stande, bei seiner Bewegung einen dieser Kraft entsprechenden Widerstand zu überwinden, also Arbeit zu leisten.

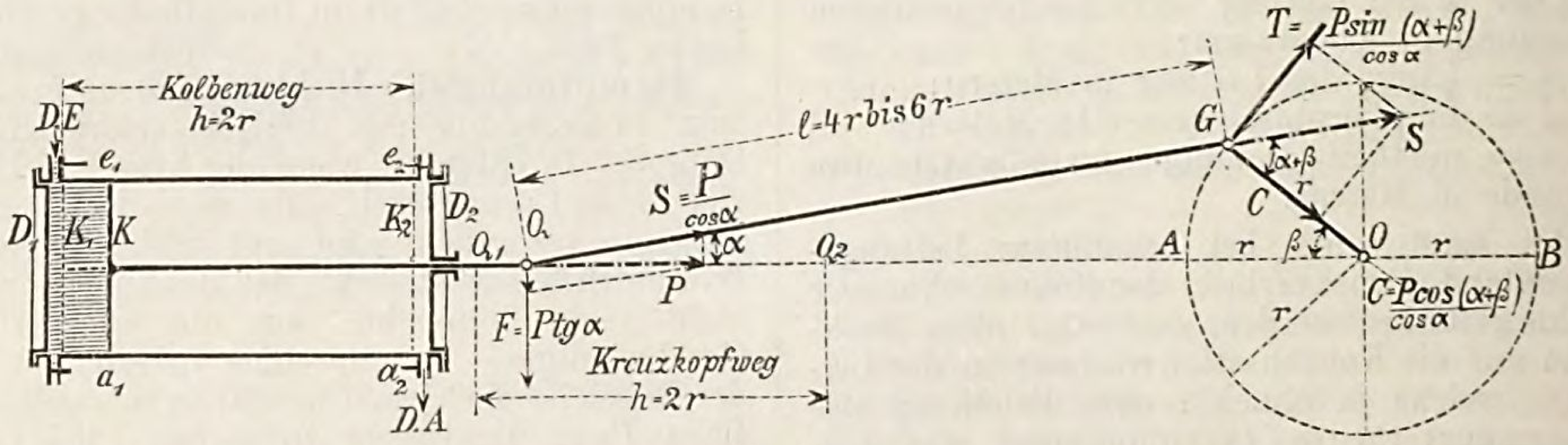


Fig. 568.

Den vom Kolben zwischen seinen äußersten Stellungen K_1 und K_2, den Hubenden, durchlaufenen Weg (Fig. 568, $K_1 K_2 = h$) nennt man Kolbenweg, Hublänge, Hub.

Ist der Kolben in der äußersten Lage K_2 angelangt, dann muß er die entgegengesetzte Bewegungsrichtung antreten.

Der Cylinderraum links vom Kolben ist ganz mit Dampf gefüllt.

Das Einströmen von Dampf in diesen Raum muß nunmehr durch Schließen von e_1 aufgehoben und dagegen dem eingeschlossenen Dampf der Austritt in einen Raum mit geringerer Spannung während des ganzen Rückgangs durch Öffnen von a_1 ermöglicht werden.

Der Rückgang kann entweder durch äußeren Einfluß, Gewichts- oder Massenwirkungen erfolgen oder aber durch Einwirkung des Dampfdrucks von der anderen Kolbenseite her.

Erfolgt der Kolbenrückgang durch Einwirkung des Dampfes von der rechten Seite her, so muß der Dampfzufluß auf dieser Seite durch Öffnen von e_2 hergestellt werden, während a_2 geschlossen bleibt.

Dieser Vorgang wiederholt sich abwechselnd am Ende jedes Hubs.

Je nach der Wirkungsweise sind entweder nur auf einem oder aber auf beiden Cylinderenden Ein- und Ausströmkanäle nötig, welche durch hierzu geeignete Konstruktionsteile (Schieber, Hähne, Ventile) nach Erfordernis geöffnet und geschlossen werden, zu welchem Zweck sie mit einem Triebwerk in Verbindung stehen.

Die Vorrichtung zur Bewirkung der Dampfverteilung heißt Steuerung (s. d.); die Einlaß- und Abschlußorgane nennt man die inneren Steuerungsorgane, während das Triebwerk als äußere Steuerung bezeichnet wird.

Einen Hin- und Hergang des Kolbens nennt man einen Doppelhub.

Macht der Kolben *n* Doppelhübe in der Minute, so ist die mittlere Kolbengeschwindigkeit pro Sekunde $v = \frac{2\,h\,n}{60}$ Meter, wobei *h* in Metern einzusetzen ist.

Befindet sich auf der einen Kolbenseite Dampf von der Spannung *p* at, während auf der anderen Seite ein kleinerer Druck *g* at, etwa der Luftdruck herrscht, bezeichnet ferner *F* die um den Kolbenstangenquerschnitt verkleinerte, sogenannte freie Kolbenfläche in Quadratcentimetern, so ist bei einer Kolbengeschwindigkeit *v* in Metern pro Sekunde, die vom Dampf geleistete Arbeit $A = (p - g)\,F.v$ in Kilogrammetern pro Sekunde, oder

$$A = \frac{(p - g)\,F\,v}{75}$$

in Pferdestärken, da eine Pferdestärke gleich ist einer Arbeit von 75 Kilogrammetern pro Sekunde.

Die Einteilung der D. kann nach einer Reihe von Gesichtspunkten erfolgen, welche sich aus der Art und Weise, unter welcher der Dampf im Dampfcylinder zur Wirkung gelangt, aus der Art der Übertragung der Dampfarbeit vom Kolben auf den zu überwindenden Widerstand, ferner aus den hierbei herrschenden Bewegungs- und Geschwindigkeitsverhältnissen, sowie aus der konstruktiven Anordnung u. s. w. ergeben.

I. Je nach der Arbeitsleistung ergeben sich:

1. Einfach wirkende D., welche stets nur auf einer Kolbenseite Dampfdruck erhalten, so daß nur während jedes zweiten Hubs Arbeit geleistet wird.

2. Doppelt wirkende D., welche das Arbeitsvermögen des Dampfes bei jedem Hub,

also durch Dampfzulassung vor und hinter den Kolben ausnutzen.

Das System der einfach wirkenden D. findet hauptsächlichst Anwendung bei den einfach wirkenden Wasserhebemaschinen und bei Kolbendampfmaschinen mit hoher Umdrehungszahl.

Bei den Wasserhebemaschinen wird die Dampfkraft nur für das Heben des Pumpengestänges angewendet, hingegen wird für den Niedergang des Gestänges das Eigengewicht desselben benutzt und braucht man demzufolge den Dampf auf den Kolben nur einseitig wirken zu lassen. Dies setzt voraus, daß das Gewicht des Gestänges groß genug ist, um sämtliche beim Niedergang desselben sich ergebenden Widerstände überwinden zu können.

(Über die Kolbendampfmaschinen mit hoher Umdrehungszahl siehe weiter unten).

Nahezu alle übrigen Kolbendampfmaschinen der verschiedensten Systeme werden als doppelt wirkende D. gebaut, indem diese D. gegenüber den einfach wirkenden D. unter der Voraussetzung gleicher Größe und gleicher Dampfverteilung im Dampfcylinder einerseits die doppelte Arbeit zu leisten vermögen, anderseits auch gleichmäßiger arbeiten.

Die doppelt wirkenden D. lassen sich demnach für die gleiche Arbeitsleistung kleiner, leichter und billiger als die einfach wirkenden D. herstellen und erfordern infolge ihrer geringeren Ausmaße einen kleineren Aufstellungsraum und geringere Fundamentkosten, so zwar, daß sich die gesamten Anlagekosten derselben wesentlich niedriger stellen.

Die Beeinflußung der Arbeitsleistung durch die Dampfverteilung ersieht man aus den Diagrammen Fig. 467 *a*, 467 *b* (s. Dampfarbeit), welche ein Bild der in jedem Augenblick vor und hinter dem Kolben stattfindenden Dampfspannungen und der Arbeit ergeben.

II. Mit Rücksicht auf die Dampfspannungen und die Dampfverteilung unterscheidet man:

1. Volldruckmaschinen, bei welchen man den Dampfeinlaßkanal während des ganzen Hubs geöffnet läßt, so daß die Dampfspannung immer auf gleicher Höhe bleibt (Linie CI des theoretischen Diagramms Fig. 569).

2. Expansionsmaschinen, bei welchen der Dampfeinlaßkanal abgeschlossen wird, nachdem der Kolben einen Teil h_1 des Hubs h zurückgelegt hat; der Dampf expandiert hierauf bis zum Hubende.

Das Verhältnis $\frac{h_1}{h} = f$ nennt man die Füllung der D., welche man gewöhnlich in Prozenten des Hubs ausdrückt; das Verhältnis $\frac{h}{h_1}$ die Expansion. Man nennt ferner die Wegstrecke $h_1 = CD$ die Füllungsperiode, die Wegstrecke $h - h_1 = DI$ die Expansionsperiode.

3. Auspuffmaschinen, das sind jene D., bei welchen der zur Arbeit verbrauchte Dampf beim Rückgang des Kolbens ins Freie entweicht, so daß die Gegendruckspannung ga gleich oder in der Wirklichkeit etwas größer als 1 at wird. (Linie HE, Fig. 569.)

4. Kondensationsmaschinen, das sind jene D., bei denen durch Kondensation des verbrauchten Dampfes (s. Kondensator) die Gegendruckspannung (hier auch Kondensatorspannung genannt) fast bis zur Luftleere veringert wird (Spannung gc, Linie GF, Fig. 569).

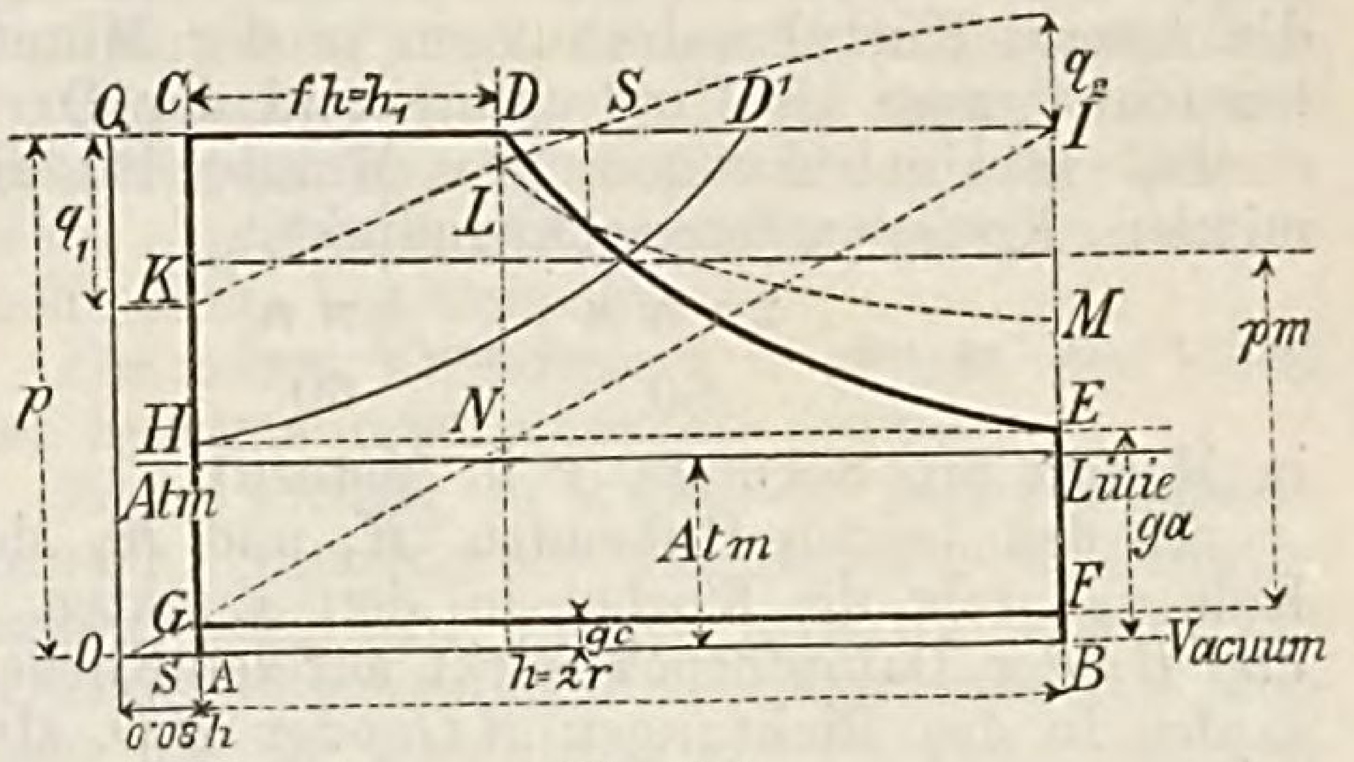


Fig. 569.

Die der Fläche $GF\ EH$ proportionale Arbeit (s. Dampfarbeit) stellt die Mehrleistung dar, welche durch Kondensation des Ausströmdampfes gewonnen wird.

Am Ende des Hubs soll die Spannung des expandierten Dampfes noch immer größer sein, als der Gegendruck.

Bei Kondensationsdampfmaschinen ist daher eine kleinere Endspannung zulässig, und man kann den Dampf stärker expandieren lassen, was zu einer wirtschaftlich vorteilhaften geringeren Füllung führt.

III. Je nachdem die vom Dampf bei der Kolbenbewegung geleistete Arbeit ohne oder mit Einschaltung von Zwischentriebwerken abgegeben wird, unterscheidet man:

1. Direkt wirkende D., bei welchen der Kolben die Dampfarbeit unmittelbar bei geradliniger Bewegung abgiebt, z. B. Dampfpumpen, Dampfpressen u. a., auf welche in diesem Artikel nicht näher eingegangen wird.

2. Indirekt wirkende D., oder D. mit Kurbelbewegung, bei denen eine Umsetzung der geradlinigen Kolbenbewegung in die drehende Bewegung der Kurbelwelle stattfindet. Hierher gehören die Betriebsdampfmaschinen für den Antrieb von Transmissionen, die Lokomotiv- und Lokomobilmaschinen u. a. m.

Kurbelbewegung (Fig. 568).

Die mit dem Dampfkolben (s. d.) K verbundene Kolbenstange ist außerhalb des Cylinders mit einem parallel zur Cylinderachse gerade geführten Maschinenteil, Kreuzkopf (s. d.) oder Querhaupt bei Q verbunden. In der Cylinderachse ist der Kreuzkopf gelenkartig mit dem einen Ende einer Stange QG, der sogenannten Schub-, Pleuel-, Treib- oder Flügelstange verbunden. Das andere Ende der genannten Stange, welches an den Kurbelzapfen G der Kurbel GO angreift, bewirkt eine drehende Bewegung der Kurbelwelle um ihre Achse O.

Die Kurbel ist entweder am Ende der Welle außerhalb eines Lagers angebracht, so daß der Kurbelzapfen ein Stirnzapfen wird, oder es ist die Kurbelwelle zwischen den Lagern mit einer sogenannten Kröpfung versehen. (Gekröpfte Welle.)

Die Länge der Schubstange wählt man, wenn möglich gleich dem vier- bis fünf-, auch sechsfachen Kurbelhalbmesser r. ($OG = r$.)

Durch die Kurbelbewegung ist der Weg des Kolbens genau begrenzt, indem einem Hub eine

halbe Kurbelumdrehung entspricht; es ist also der Kolbenhub $h = 2r$.

Einem Hin- und Hergang des Kolbens oder Doppelhub entspricht eine Kurbelumdrehung; die Anzahl Kurbelumdrehungen in der Minute bezeichnet man als Umdrehungszahl der D.

Bei n Umdrehungen pro Minute ist die mittlere Kurbelzapfengeschwindigkeit

$$w = \frac{2\,r\,\pi\,n}{60} = \frac{h\,\pi\,n}{60}$$

in Metern pro Sekunde (r in Metern).

An den beiden Hubenden K_1 und K_2 des Kolbens steht die Kurbel in den Punkten A und B; der Dampfdruck wirkt auf den Kurbelzapfen in den Richtungen $A\,O$ oder $B\,O$, also in der Verbindungslinie zwischen Zapfen und Wellenmittel. In dieser Lage kann er keine Drehung der Kurbel veranlassen, weshalb diese beiden Stellungen $O\,A$ und $O\,B$ der Kurbel als Totlagen, die Punkte A und B als tote Punkte der Kurbel bezeichnet werden. Die Bewegung der Kurbel über die toten Punkte hinweg erfolgt entweder durch weiter unten näher zu besprechende Einwirkung von in Schwungmassen (Schwungräder) angesammelter lebendiger Kraft oder vermöge Drehung der Kurbel von Hand oder durch Kraftäußerung anderer Maschinen.

Der auf den Dampfkolben K wirkende Druck zerlegt sich im Kreuzkopf Q in zwei Komponenten, und zwar in die Komponente $F = P\,tg\,\alpha$, den Geradführungsdruck, welcher von der Geradführung aufgenommen werden muß (dessen Größe je nach der Kurbellage und Schubstangenlänge bis zu $^1/_4$ des Dampfdrucks betragen kann), und in die Komponente $S = \frac{P}{\cos\alpha}$, welche Kraft durch die Schubstange auf den Kurbelzapfen übertragen wird.

Bei Maschinen, bei welchen die Kurbeldrehung von oben nach vorne erfolgt, wirkt der Geradführungsdruck in der in Fig. 568 gezeichneten Richtung. D. mit entgegengesetzter Kurbeldrehung haben einen entgegengesetzt gerichteten Geradführungsdruck.

S zerlegt sich im Kurbelzapfen in die am Hebelarm r mit dem Drehmomente $T.r$ angreifende, die Bewegung veranlassende Tangentialkraft

$$T = \frac{P\,\sin\,(\alpha + \beta)}{\cos\,\alpha}$$

und den nach dem Wellenmittel gerichteten Druck $C = \frac{P\,\cos\,(\alpha + \beta)}{\cos\,\alpha}$, der auf die Bewegung ohne Einfluß ist.

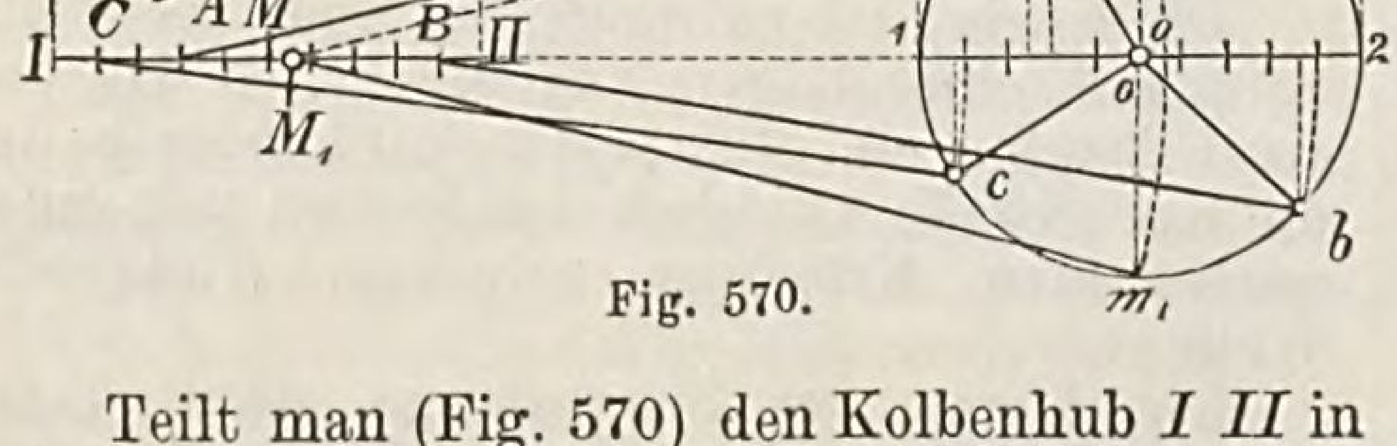


Fig. 570.

Teilt man (Fig. 570) den Kolbenhub $I\,II$ in eine Anzahl, etwa 10, gleicher Teile, so entspricht jedem Punkt, in welchem sich der Kolben befinden möge, eine bestimmte Stellung des Kurbelzapfens im Kurbelkreise.

Gleichen Kolbenwegen entsprechen jedoch, wie aus der Fig. 570 ersichtlich, nicht gleiche Kurbelzapfenwege.

Beispielsweise sind die Kolbenwege $I\,C$ und $B\,II$ einander gleich, hingegen die ihnen entsprechenden Kurbelwege nicht gleich, da $1c < b2$ ist.

Bei der Stellung des Kurbelzapfens in m_1, also in der Mitte ober O befindet sich der Kolben nicht in der Hubmitte M, sondern in M_1, so daß der während des ersten Kurbelwegviertels $1 m_1$ zurückgelegte Kolbenweg $I M_1$ größer ist als der dem zweiten Kurbelkreisviertel $m_1 2$ zukommende Kolbenweg $M_1 II$.

Je länger die Schubstange ist, desto mehr verschwinden diese Ungleichheiten.

Die größte Kolbengeschwindigkeit findet in jener Lage des Kolbens zwischen I und M unweit M (also vor der Mitte des Kolbenlaufs) statt, bei welcher die geometrische Achse der Schubstange den Kurbelkreis tangiert, während gegen die Hubenden zu die Geschwindigkeit kleiner wird. In den Punkten I und II ist wegen der Richtungsänderung die Kolbengeschwindigkeit gleich Null. Die Kolbenbewegung ist also beim Hin- und Rückgang im Anfang beschleunigt und dann verzögert.

IV. In den meisten Fällen ändert der Kolben, am Hubende angelangt, sofort seine Bewegungsrichtung, um den unmittelbar hierauf beginnenden Rückweg anzutreten.

Es kommt aber auch, meist bei unmittelbar wirkenden D., vor, daß der Kolben an den Hubenden eine Zeit lang in Ruhe bleibt und erst dann den Rückgang beginnt. Mit Rücksicht auf diese Eigenart ergeben sich:

Nach dem Verhalten des Kolbens an den Hubenden:

1. D. mit sofortigem Richtungswechsel an den Hubenden; dies sind die gewöhnlichen, fast überall angewendeten Arten von D.

2. D. mit Hubpausen; hierher gehören einige Arten von Dampfpumpen und Wasserhaltungsmaschinen.

Die Dampfverteilung bei den letztgenannten Maschinen erfolgt durch die sogenannten Kataraktsteuerungen.

Die mittlere Kolbengeschwindigkeit muß bei denselben mit Berücksichtigung der Hubpausen bestimmt werden.

V. Die Drehung der Kurbelwelle kann entweder stets nur in einem Drehsinn, oder aber mit Wechsel desselben erfolgen.

Man unterscheidet demnach:

Nach den stattfindenden Drehrichtungen, welchen die Kurbel unterworfen wird:

1. D. mit stets in einer Richtung umlaufender Kurbel, also mit unveränderlich gleichgerichtetem Drehungssinn, wozu die Betriebsmaschinen für Transmissionen gehören.

2. D. mit alternierender Kurbeldrehung, auch D. mit Vorwärts- und Rückwärtsgang oder Reversierdampfmaschinen genannt, wie sie für Lokomotiven, Reversierwalzwerke, Fördermaschinen u. a. m. angewandt werden.

Die Steuerung dieser Reversiermaschinen muß derart eingerichtet sein, daß man in jedem Moment den Rücklauf ermöglichen kann, was meist mittels der Coulissensteuerung erfolgt. (Über das Nähere s. den Art. Steuerung.)

VI. Die Größe der mittleren Geschwindigkeit, sowie die Anzahl der Touren pro Minute giebt Veranlassung zur Einteilung der D. in

1. Langsam laufende D., bei denen die mittlere Kolbengeschwindigkeit ungefähr 2 m pro Sekunde, die Umdrehungzahl 80—100 pro Minute nicht übersteigt.

2. Schnell laufende D. mit Kolbengeschwindigkeiten bis zu 5 m pro Sekunde und Umdrehungszahlen bis 600 pro Minute und selbst darüber hinaus.

Da die hohen Tourenzahlen wegen des sich oft wiederholenden Hubwechsels und des bei doppelt wirkenden D. damit verbundenen Zug- und Druckwechsels ungünstig auf den Betrieb einwirken, so sucht man in gewissen Fällen die Vorteile der hohen Kolbengeschwindigkeit durch möglichst langen Hub zu erreichen. Die Hublänge beträgt dann ungefähr das dreifache Maß des Kolbendurchmessers.

VII. Nach der Cylinderaufstellung bezeichnet man die Maschinen als:

1. Liegende D., das sind jene, bei welchen Kurbelwellenmittel und Dampfcylinderachse sich in einer wagrechten Ebene befinden. (Tafel XIV, Fig. 3, 4, 5, Tafel XV, Fig. 1, 2, 3, 4.)

2. Schräg liegende D., jene, bei welchen die genannte Ebene schief liegt.

3. Stehende D., jene, deren Cylinderachse lotrecht, mit ober- oder unterhalb des Cylinders auf einem Eisengerüst angeordneter Kurbelachse (Tafel XV, Fig. 1, 2).

4. Balancierdampfmaschinen (siehe Fig. 571). Diese Gruppe umfaßt jene D., bei welchen von der Kolbenstange eines stehenden Dampfcylinders *D C* ein zweiarmiger Hebel, der sogenannte Balancier *D* in eine um *L* schwingende Bewegung versetzt wird und von welchem vermittels der Pleuelstange *P* die Kurbel *K* und die mit derselben verbundene Kurbelwelle in eine drehende Bewegung versetzt werden.

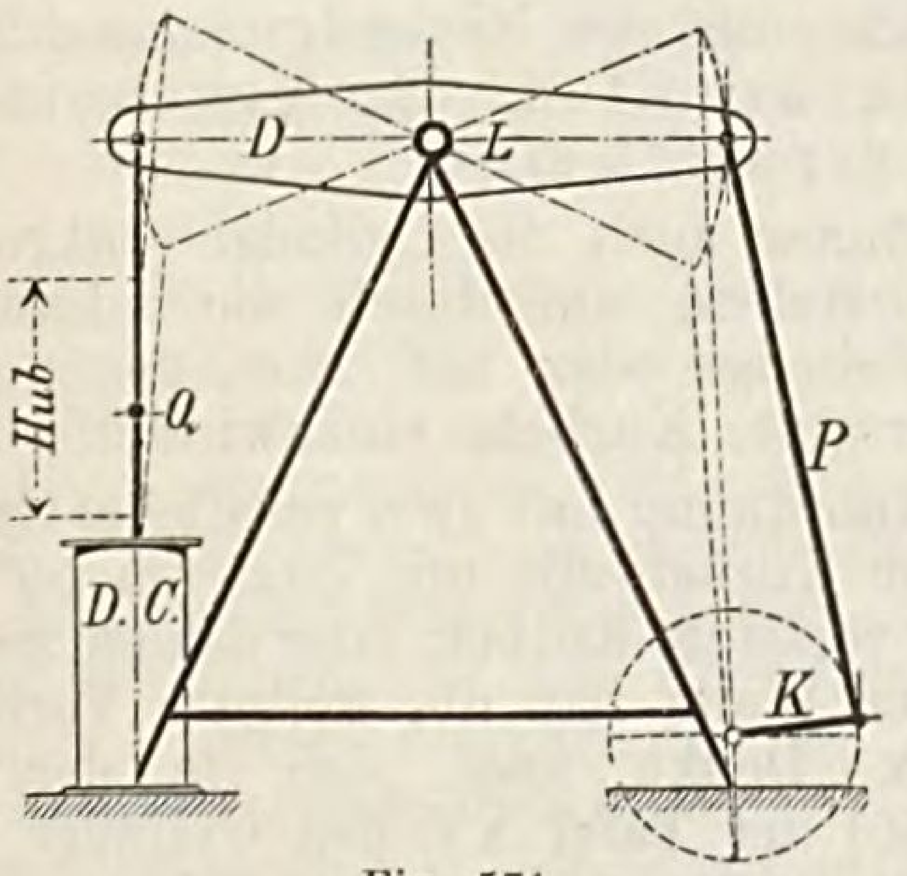


Fig. 571.

Solche Balancierdampfmaschinen werden mit einem oder mehreren Dampfcylindern ausgeführt.

5. D. mit oscillierenden Cylindern, bei welchen die Cylinder um zwei in einer Senkrechten zur Cylinderachse liegende Zapfen, durch die auch der Dampfeintritt stattfindet, schwingen. Die Mittelstellung der Cylinder ist meist die stehende. Anwendung findet dieses System bei Raddampfern.

Bei liegenden Maschinen sind alle Teile leicht zugänglich, wodurch die Bedienung und Wartung einfach wird; die dauerhaft gute Lagerung ermöglicht es, die Maschinen leicht zu konstruieren, weshalb sie billiger werden als stehende D.

Dagegen tritt bei liegenden Maschinen eine einseitige Abnutzung des Cylinders infolge Durchhängens des Kolbens ein, die übrigens durch zweckentsprechende Konstruktion (siehe Dampfcylinder) auf ein geringes Maß gebracht werden kann; ein Nachteil der liegenden D. besteht ferner darin, daß dieselben mehr Grundfläche einnehmen, als stehende, wogegen letztere mehr Höhe beanspruchen.

Besondere Verhältnisse üben auf die Wahl des Systems bestimmenden Einfluß.

Es ist wichtig zu erwähnen, daß bei zunehmender Cylindergröße die Ausführungsschwierigkeit bedeutend wächst, weshalb man es für große Arbeitsleistungen vorzieht, zwei und auch mehr gleiche Maschinen zur Wirkung auf eine gemeinschaftliche Kurbelwelle zu vereinigen.

VIII. Nach der Anzahl der auf eine gemeinsame Kurbelwelle arbeitenden, im übrigen aber von einander unabhängigen, mit gleich großen Cylindern ausgestatteten Maschinen unterscheidet man:

1. Eincylinderdampfmaschinen, bei welchen, wie schon erwähnt, die Arbeit nur in einem Cylinder geleistet wird (Taf. XIV, Fig. 3, 4 und 5.)

2. Zwillingsmaschinen, bei denen zwei ganz gleiche D. an den meist unter 90° gegeneinander versetzten Kurbeln einer gemeinsamen Kurbelwelle angreifen (Fig. 572). Diese D. geben,

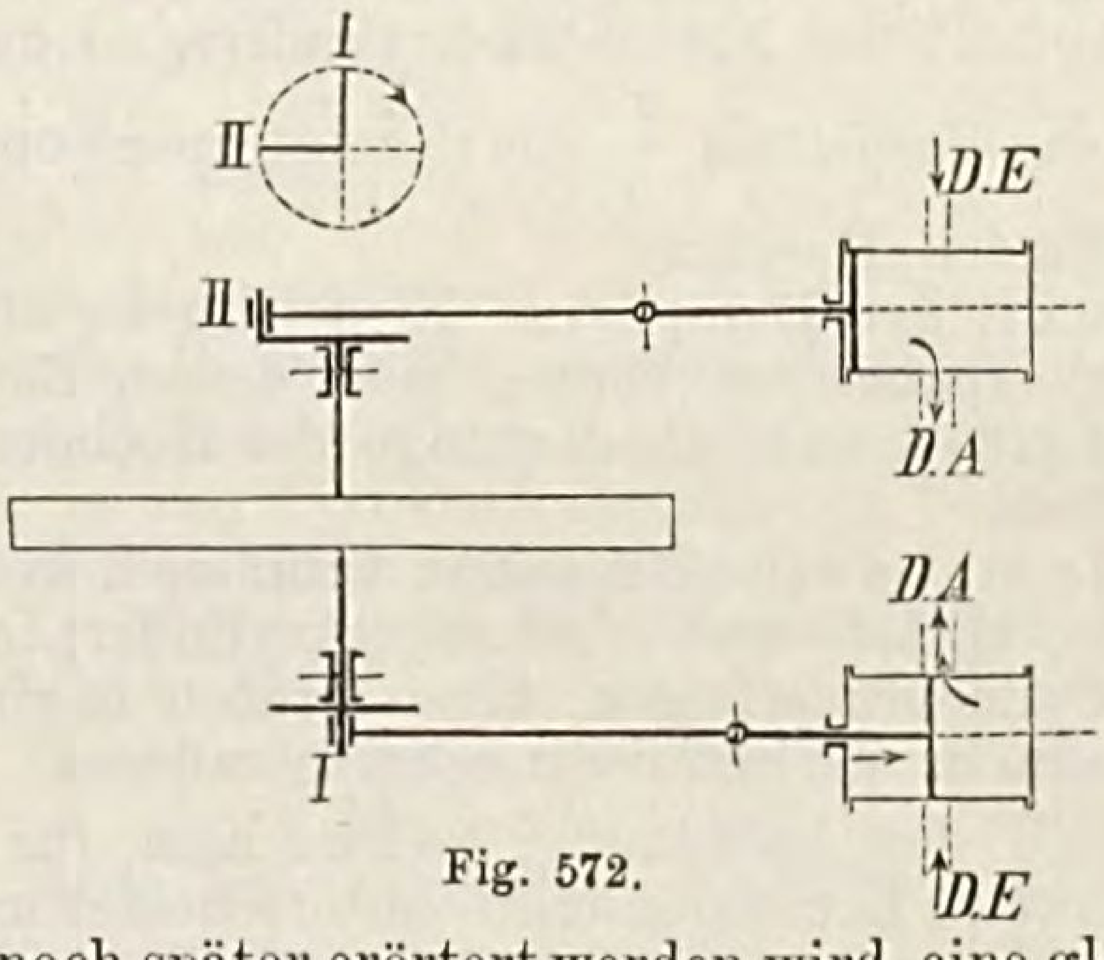


Fig. 572.

wie noch später erörtert werden wird, eine gleichförmigere Bewegung und können in jeder Lage durch Öffnen des Dampfeinlaßventils in Gang gesetzt werden, da sich nicht beide Kurbeln gleichzeitig in ihren toten Punkten befinden können.

Hierher gehört die gewöhnliche Art der Lokomotivdampfmaschine.

3. Drillingsmaschinen, bestehend aus drei ganz gleichen D., welche an einer gemeinsamen Kurbelwelle mit meist um je 120° gegeneinander verstellten Kurbeln angreifen oder aus drei um 120° verstellten Cylindern und gemeinsamem Kurbelzapfen (Brotherhood).

IX. Für einen sparsamen Betrieb (s. Dampf) ist es notwendig, mit hochgespanntem Dampf, dessen größere Arbeitsfähigkeit durch einen verhältnismäßig geringeren Mehraufwand an Brennmaterial erzielt werden kann, und mit kleinerer Füllung zu arbeiten, was aber wieder zu großen Spannungs- und Temperaturunterschieden vor und hinter dem Kolben führt.

Je größer nämlich die Spannungsunterschiede werden, desto bedeutender werden die Dampfverluste, welche infolge der Kolbenundichtheiten auftreten und je größer die Temperaturunterschiede werden, desto schwieriger wird die

günstigste Ausnutzung der dem Dampf innewohnenden Arbeit.

Man ist demnach schon lange dazu gelangt, den Dampf in zwei oder mehreren Cylindern nacheinander stufenweise expandieren zu lassen, wodurch die Spannungs- und Temperaturs-unterschiede in jedem Cylinder kleiner werden.

Je nach der Expansionsmethode lassen sich sonach unterscheiden:

1. D. mit Expansion in einem Cylinder.

2. Compound- oder Verbunddampfmaschinen, auch zwei- oder mehrstufige Expansionsdampfmaschinen genannt.

Bei diesen D. läßt man den hochgespannten Dampf zunächst auf den Kolben des kleineren, sogenannten Hochdruckcylinders arbeitsleistend einwirken, wobei die Expansion nur soweit getrieben wird, daß es dem aus dem Hochdruckcylinder austretenden Dampf noch möglich wird, in einem zweiten, größeren Cylinder, dem Niederdruckcylinder weiter zu expandieren.

Die bei jedem Hub in den Hochdruckcylinder eintretende Dampfmenge nimmt schließlich im expandierten Zustand den Rauminhalt des Niederdruckcylinders unmittelbar vor der Ausströmung ein.

Strömt in den Hochdruckcylinder ein Volumen v frischen Kesseldampfes ein und ist V der Rauminhalt des Niederdruckcylinders, so nennt man das Verhältnis $\frac{V}{v}$ die Gesamtexpansion der betreffenden Maschine.

Damit der Dampf im Niederdruckcylinder weiter expandieren könne, muß dessen Rauminhalt größer sein, als derjenige des Hochdruckcylinders.

Die stufenweise Expansion kann auch in drei (Hoch-, Mittel- und Niederdruckcylinder) oder vier Cylindern erfolgen, deren Größen in einem bestimmten Verhältnis zunehmen müssen.

Nach der Anordnung, welche man für die stufenweise Expansion trifft, unterscheidet man:

1. Woolf'sche D. Zwei Cylinder liegen parallel zueinander; die Kolben stehen stets gleichzeitig am Hubende, und zwar:

a) bei der Tandem-Maschine sind die zwei Cylinder hintereinander mit dem Mittel in einer Geraden angeordnet. Beide Kolben sind auf gemeinsamer Kolbenstange befestigt, welche mit dem Kreuzkopf verbunden ist, der durch eine Schubstange die Arbeitsabgabe der Maschine an einen Kurbelzapfen, bezw. an die Welle bewirkt.

Diese Anordnung zeigen die Cylinder *I* und *II* der Figuren 1 und 2 auf Taf. XV.

Der Dampf tritt dabei, nachdem er im Hochdruckcylinder Arbeit geleistet hat, am Ende des Hubs mittels eines durch die Steuerung zu öffnenden Überströmrohrs hinter den gleichzeitig am Hubende stehenden Kolben des Niederdruckcylinders.

Beim Zurückweichen der Kolben wird einerseits im Hochdruckcylinder der daselbst vom überströmenden Dampf erfüllte Raum immer kleiner, während andererseits durch die rasch zunehmende Raumvergrößerung im Niederdruckcylinder der gesamte vom Dampf erfüllte Raum fortwährend zunimmt, so daß bis zum Hubende fortschreitend eine Dampfausdehnung stattfinden kann.

Wirken zwei ganz gleiche Tandem-Dampfmaschinen auf eine Kurbelwelle mit zwei unter 90° versetzten Kurbeln, so erhält man eine Zwillings-Tandem-Dampfmaschine;

b) bei der Woolf-Maschine mit unter 180° versetzten Kurbeln (Taf. XIV, Fig. 1 und 2) liegen die Dampfcylinder nebeneinander.

Dies ersieht man leicht aus der Fig. 2, Tafel XV, wenn man sich die beiden an einer Kolbenstange befestigten Kolben der Cylinder *I* und *II* nach links fortbewegt denkt, wobei der Dampf links vom kleinen Kolben im Cylinder *I* auf die Seite rechts vom größeren Kolben im Cylinder *II* überströmt.

Will man das Überströmen aus dem kleinen in den großen Cylinder nicht während des ganzen Kolbenhubs stattfinden lassen, sondern im großen Cylinder eine kleinere als die Vollfüllung einstellen können, so muß man es dem aus dem kleinen Cylinder ausströmenden Dampf ermöglichen, sich in einem in das Überströmrohr einzuschaltenden Zwischenbehälter anzusammeln, da sonst der Gegendruck auf den kleinen Kolben zu stark anwachsen würde und man erhält dann:

2. Die Woolf-Receiver Dampfmaschinen, das sind jene Woolf-Maschinen, deren Überströmrohr aus dem kleinen in den großen Cylinder mit einem Zwischenbehälter, Receiver genannt (s. R_1 in Tafel XV, Fig. 2), ausgestattet ist.

Obwohl auch alle bisher genannten zweistufigen Expansionsmaschinen als Compound- oder Verbundmaschinen bezeichnet werden, so gilt schlechtweg der Name:

3. Compound- oder Verbund-Dampfmaschine, wohl auch Compound-Receiver-Dampfmaschine, für jene zweistufigen Expansionsdampfmaschinen, bei welchen die Hochdruck- und die Niederdruckmaschine auf Kurbeln arbeiten, die gegeneinander um 90° versetzt sind.

Es können auch die Cylinder senkrecht zueinander stehen, um durch die Schubstangen auf eine einzige oder auf zwei gegeneinander nicht versetzte Kurbeln einzuwirken.

Die Anordnung mit zwei parallelen Cylindern und einer Kurbelwelle mit zwei um 90° gegeneinander versetzte Kurbeln oder dementsprechend gekröpfter Welle hat die weiteste Verbreitung gefunden. Denkt man sich in der Fig. 2 (Grundriß) der Tafel XV den Cylinder *I*, sowie den Receiver R_1 entfernt und läßt man in den Cylinder *II* unmittelbar hochgespannten Dampf einströmen, so geben die Cylinder *II* und *III* die normale Anordnung einer liegenden Compound-Maschine.

R_2 ist der hier unbedingt nötige Receiver, dessen Wirkungsweise nunmehr näher beschrieben werden soll.

In der schematischen Fig. 573 sei *h* der Hochdruck-, *n* der Niederdruckcylinder, *r* der Receiver, zu welchem das Überströmrohr ausgebildet ist.

In der Stellung *1* befindet sich der Hochdruckkolben oben, der Niederdruckkolben in der Hubmitte; beide Kolben gehen nach abwärts. Der Dampf, welcher im Hochdruckcylinder ge-

arbeitet hat, muß beim Niedergang des Kolbens in den Receiver r überströmen. Bei dieser Stellung der Kolben läßt man den Dampf von r nach n nicht überströmen, da sich in letzterem

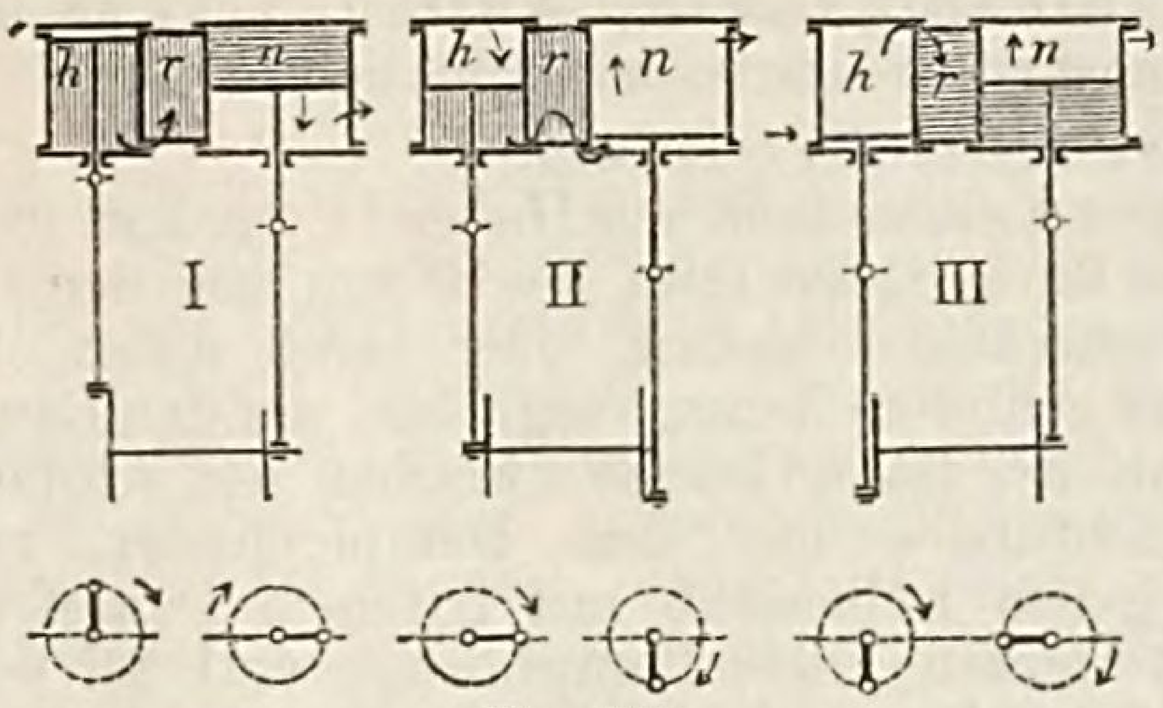


Fig. 573.

Dampf von niedrigerer Spannung befindet. Der von der früheren Füllung oberhalb des Kolbens in n befindliche Dampf expandiert bis zum Hubende, während der Dampf in h und r beim Niedergehen des kleinen Kolbens zusammengepreßt wird.

Dies findet solange statt, bis der Niederdruckcylinder für die Dampffüllung aufnahmsfähig wird, was in der Stellung II der Fall ist: großer Kolben am Hubende, kleiner Kolben in der Mitte; jetzt wird also die Verbindung zwischen den Räumen unterhalb der beiden Kolben h und n und dem Receiver r hergestellt.

Beim Weiterlauf, während dessen sich der kleine Kolben nach abwärts, der große nach aufwärts bewegt, expandiert der Dampf bis ungefähr zur Hubmitte des großen Kolbens, worauf der Cylinder n vom Receiver r abgesperrt werden muß, da dieser wieder den Dampf aufnehmen soll, der oberhalb des Kolbens in h gearbeitet hat und nun zur Ausströmung nach r kommt, womit das betrachtete Spiel von neuem in umgekehrter Reihenfolge beginnt. Der im Niederdruckcylinder abgesperrte Dampf expandiert allein weiter; man nennt dies die Periode der isolierten Expansion gegenüber der vorhin besprochenen kombinierten Expansion aus dem Hochdruckcylinder durch den Receiver nach dem Niederdruckcylinder.

Der Niederdruckcylinder erhält zumeist konstante Füllung, welche in den Grenzen von 35 bis 50% liegt.

Die Größe des Receivers wird sehr verschieden gewählt. Früher machte man seinen Rauminhalt gleich dem des Niederdruckcylinders; jetzt wird er meist gleich groß mit dem Hochdruckcylinder ausgeführt. Diese Angaben gelten auch für Woolf-Receiver-Dampfmaschinen.

Damit nicht durch Kondensation die Spannung des Dampfes im Receiver sinke, wird derselbe fast ausnahmslos mit frischem Kesseldampf geheizt.

Das Verhältnis der Cylinderinhalte wird meist so gewählt, daß bei den in Betracht kommenden Füllungen die Dampfarbeit in beiden Cylindern nahezu die gleiche wird.

Um die Vorteile der Verbundwirkung, welche hauptsächlich in den geringeren Spannungsunterschieden, bezw. geringeren Unterschieden der mittleren Temperaturen vor und hinter dem Kolben bestehen, auch bei den wirtschaftlich vorteilhafteren hohen Dampfspannungen auszunutzen, verwendet man bei sehr großen Anlagen die stufenweise Expansion in mehr als zwei Cylindern. Man erhält dabei:

4. die Triplex-Expansions-Dampfmaschinen. Drei Cylinder können, wie aus Fig. 574 ersichtlich ist, nebeneinander aufgestellt werden, mit den Schubstangen auf einer dreifach gekröpften Welle arbeitend, wobei die Kurbeln nicht immer unter 120° gegeneinander stehen müssen.

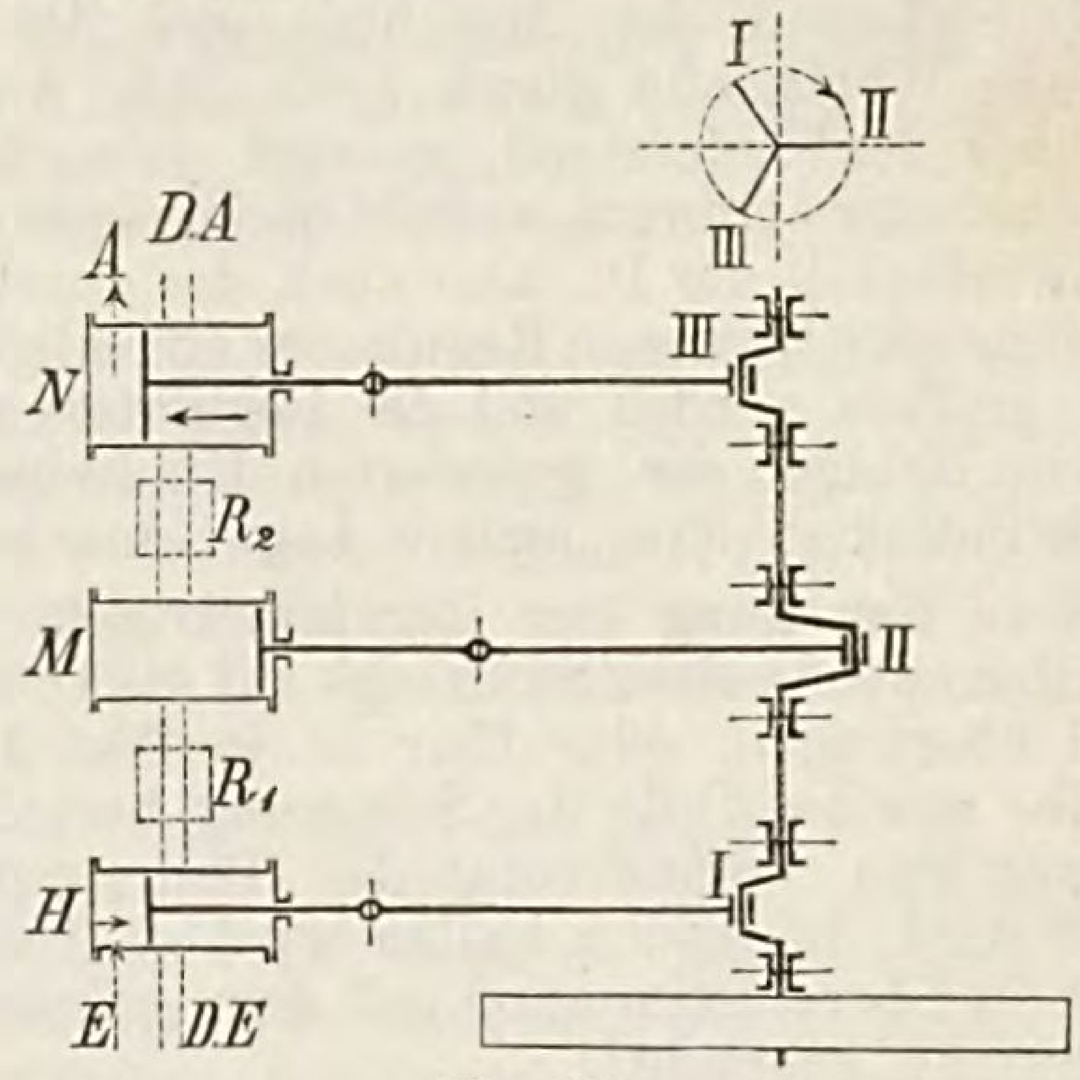


Fig. 574.

Die Fig. 1, 2, 3 und 4 der Tafel XV zeigen die häufigere Anordnung mit dem Hoch- und Mitteldruckcylinder in Tandem-Aufstellung, während der Kolben des Niederdruckcylinders auf eine Kurbel wirkt, die um 90° gegen die Kurbel der Tandem-Maschine versetzt ist.

Durch Umstellen eines Wechselventils kann man bei dieser Maschine den Cylinder I ausschalten und durch den Receiver R_1 den Cylinder II unmittelbar mit Kesseldampf füllen, also die D. zu einer Verbund-Maschine machen.

5. Quadruplex-Maschinen mit Expansion in vier Cylindern werden bis jetzt nur als Schiffsmaschinen verwendet.

X. Einen weiteren Einteilungsgrund der D. bildet die Art der Regelung der Füllung.

Wenn nämlich eine D. eine bestimmte, immer gleich bleibende Arbeit zu leisten hat, so muß bei gegebener gleichbleibender Betriebsspannung des Dampfes und gegebener Umdrehungszahl die Füllung so geregelt werden, daß sie der verlangten Arbeit entspricht, worauf die Maschine, solange die erwähnten Verhältnisse sich nicht ändern, ungestört fortarbeiten kann.

Wenn aber, wie häufig der Fall, die verlangte Arbeitsleistung eine wechselnde, bald größere, bald kleinere ist und dabei von der D. eine gleichbleibende Geschwindigkeit gewünscht wird, so muß die Dampfarbeit im Cylinder den veränderlichen Leistungen entsprechend geregelt werden und kann dieses entweder durch Änderung in der Spannung des Betriebsdampfes mittels Drosselung (Verkleinerung des Dampfeinströmquerschnitts) oder durch Änderung in der Größe der Füllungsperiode mittels entsprechender Stellung der Steuerungsteile geschehen.

Zur Erzielung eines dauernd gleichmäßigen Gangs der D. ist eine Regelung von Hand aus nicht durchführbar und gelangt sodann eine selbstthätige Regelung der Geschwindigkeit zur Anwendung, zu welchem Zweck meist Schwungkugelregulatoren (s. d.) Verwendung finden, welche in geeigneter Weise auf Drosselventile oder Drosselklappen behufs Änderung

der Spannung des Betriebsdampfes oder auf die Steuerungsteile der D. behufs Änderung in der Größe der Füllungsperiode einwirken, wobei folgender Vorgang stattfindet.

Die Regulatorkugeln nehmen bei der jeweilig herrschenden Geschwindigkeit eine bestimmte Lage ein, in welcher sie solange bleiben, als die Dampfarbeit der Maschine und der bestehende Widerstand gleich groß sind. Ändert sich aber der Widerstand, so wird, je nachdem er wächst oder abnimmt, alsbald die Umdrehungsgeschwindigkeit der D., also auch des durch die Maschine angetriebenen Regulators eine kleinere, bezw. größere werden und die Regulatorkugeln werden infolge der geänderten Umdrehungsgeschwindigkeit eine andere Lage einnehmen.

Diese Bewegung der Regulatorkugeln wird entweder mittels eines Stellzeugs auf das Drosselventil übertragen, oder aber es werden durch dieselbe gewisse Teile der Steuerung beeinflußt, wodurch eine Veränderung des Füllungsgrads erzielt wird; in beiden Fällen wird die Dampfarbeit in Übereinstimmung mit dem geänderten Widerstand gebracht.

Die selbstthätige Regelung der Dampfspannung mittels Drosselventils für sich allein findet wegen zu großen Dampfverbrauchs nur mehr bei kleineren D. Anwendung; hingegen findet diese Art der Regelung in Verbindung mit den von Hand stellbaren Steuerungen, mit welchen eine veränderliche Füllung bewirkt wird, ihrer Einfachheit halber, noch ausgedehnte Anwendung. Zur Erreichung eines wirtschaftlichen Betriebs läßt man jedoch mittels des Regulators die Änderungen in der Füllungsperiode selbstthätig bewirken.

Je nach Einleitung der Änderung in der Füllungszeit unterscheidet man:

1. *D. mit von Hand einstellbarer Füllung*, meist unter Beigabe von Drosselvorrichtungen.

2. *D. mit automatisch vom Regulator* (s. d.) *einstellbarer Füllung*, die man allgemein *Präcisionsdampfmaschinen* nennt.

Bei Verbundmaschinen jeden Systems versieht man in der Regel nur den Hochdruckcylinder mit einer Präcisionssteuerung, während der Niederdruckcylinder fixe oder höchstens von Hand einstellbare Füllung erhält, da es für die gewöhnlichen Verhältnisse eines nicht sehr veränderlichen Arbeitsverbrauchs ausreichend ist, durch Regulatoreingriff an der Hochdrucksteuerung die Maschinenleistung zu beeinflussen.

XI. Nach den Zwecken, für welche man die D. verwendet, teilt man dieselben schließlich auch ein in:

1. *Stationäre oder stabile D.* zum Antrieb von Transmissionen für Werkstätten, Pumpen, elektrische Beleuchtung etc.

2. *Halbstationäre D.*, bei denen vermöge ihrer Bauart der Aufstellungsort leicht geändert werden kann.

3. *Lokomobildampfmaschinen.*

4. *Lokomotivdampfmaschinen.*

5. *Schiffsdampfmaschinen.*

Behufs Erzielung eines möglichst wirtschaftlichen und anstandslosen Betriebs bei den D. mit Kurbelbewegung hat man hinsichtlich der Ausnutzung des Dampfes im Dampfcylinder und der Abgabe der vom Kolben aufgenommenen Dampfarbeit an den Kurbelmechanismus im allgemeinen die Größe des *schädlichen Raums*, die Art der *Dampfverteilung* im Dampfcylinder, die auftretenden *Massenbeschleunigungen*, *Auflagedrücke* und *Abnutzarbeiten* zu berücksichtigen.

Schädlicher Raum.

Der Kolben muß am Hubende aus konstruktiven Rücksichten etwa 3—10 mm von den Cylinderdeckeln abstehen. Der durch diesen Abstand gebildete Raum, vergrößert um den Rauminhalt der Dampfkanäle zwischen den Absperrvorrichtungen und dem Dampfcylinder, muß bei jedem Kolbenhub mit frischem Dampf gefüllt werden. Diese Dampfmenge wird bei Volldruckmaschinen gar nicht ausgenutzt, geht also verloren, und nennt man daher den eben besprochenen Raum den *schädlichen Raum* der D.

Bei Expansionsmaschinen erhöhen sich während der Expansionsperiode durch die gleichzeitige Expansion der in dem schädlichen Raum enthaltenen Dampfmenge die Spannungen, so daß der den schädlichen Raum ausfüllende Dampf für die Arbeitsleistung nicht ganz verloren geht.

Die Größe des schädlichen Raums ist verschieden je nach den inneren Steuerungsteilen und beträgt in Prozenten des Cylinderinhalts bei

Corlissmaschinen 1— 3%
Ventilmaschinen 3— 6%
Schiebermaschinen 5—10%

Dampfverteilung.

Damit der vom Dampfkessel in den Cylinder einströmende Dampf nicht für die Füllung des schädlichen Raums verwendet zu werden braucht, und um einen sanften Hubwechsel zu erzielen, sperrt man die Ausströmung schon vor Hubende ab, so daß der vordrängende Kolben den vor sich befindlichen Dampf komprimiert (Kompressionsperiode, s. Fig. 575). Es hat dies auch den

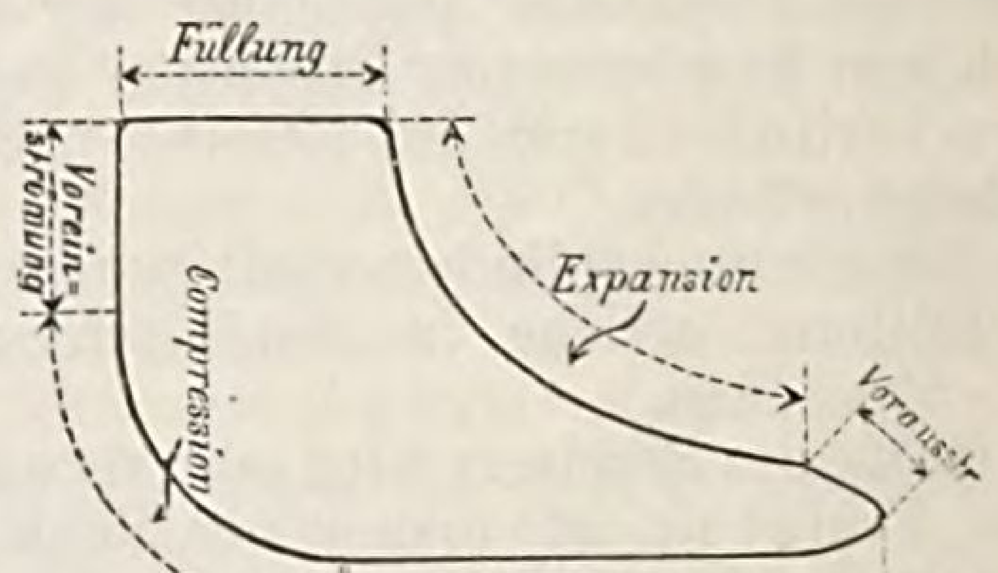


Fig. 575.

Zweck, den plötzlichen Übergang von Ausström- auf Eintrittsspannung zu verhindern und die beim Ausströmen abgekühlten Wandungen des Deckels, Kolbens und Cylinders durch die während der Kompressionsperiode erzeugte Wärme auf eine höhere Temperatur zu bringen, damit sich der einströmende Dampf nicht leicht kondensieren kann.

Man regelt die Kompression derart, daß am Ende der Kompressionsperiode die Spannung noch unter der Admissionsspannung, bezw. unter der eben herrschenden Dampfspannung im Schieber, bezw. Ventilkasten bleibt, da sonst ein gewaltsames Abheben der inneren Steuerungsteile oder sonstige schädliche Folgen zu gewärtigen sind; hingegen läßt man den Einströmkanal schon vor Hubbeginn, also gegen

Ende der Kompressionsperiode, öffnen (Voreinströmung, s. Fig. 575), so zwar, daß beim Hubbeginn im schädlichen Raum bereits die Eintrittsspannung herrscht. Um anderseits auf der Gegenseite des Kolbens eine rasche Herabminderung des Gegendrucks zu erzielen, wird auf dieser Kolbenseite, noch ehe der Kolben seine Bewegungsrichtung ändert, die Ausströmung geöffnet (Vorausströmung, s. Fig. 575).

Bei der Kompression wird Arbeit verbraucht, die aber nicht verloren ist. Erfolgt die Kompression bis zur Eintrittsspannung, dann braucht gar kein neuer Dampf in den schädlichen Raum eingeführt zu werden. Jedenfalls wird auch bei geringerer Kompression die in den schädlichen Raum neu einzuführende Dampfmenge verringert, und der komprimierte Dampf giebt die aufgenommene Arbeit beim nächsten Hub wieder ab, was sich durch geringeren Dampfverbrauch der Maschine kenntlich macht.

Dampfspannungen.

Die Kesseldampfspannung zum Dampfmaschinenbetrieb beträgt jetzt ungefähr bei
Eincylinderdampfmaschinen 5— 6 at Überdruck
Compounddampfmaschinen . 6— 8 „ „
Mehrfach Expansionsdampfmaschinen 8—12 „ „

Diese des sparsamen Betriebs halber gewählten hohen Spannungen (s. Dampf) erfordern eine besondere Aufmerksamkeit hinsichtlich der Konstruktion und Wartung der abzudichtenden Maschinenteile.

Der Gegendruck bei Auspuffdampfmaschinen beträgt 1,1—1,2 at absolut, je nach den Widerständen in den Auspuffleitungen.

Der Gegendruck bei guter Kondensation ist 0,1—0,3 at absolut.

Dampfdruckdiagramme.

Die in Fig. 569 gezeichneten theoretischen Diagramme zeigen keine Berücksichtigung der Kompression, sondern während des ganzen Kolbenlaufs gleichbleibende Austrittsdampfspannungen und geben die Ordinaten der Diagramme $CDEFGC$ und $FGHD'IF$ die in jedem Punkt auf den Kolben geäußerten Drücke für den Hin- und Hergang an.

In Fig. 576 sind die durch die thatsächliche unter bestimmten Verhältnissen im Dampfcylinder stattfindende Dampfverteilung bedingten und vom Indikator (s. d.) geschriebenen Diagramme einer D. dargestellt.

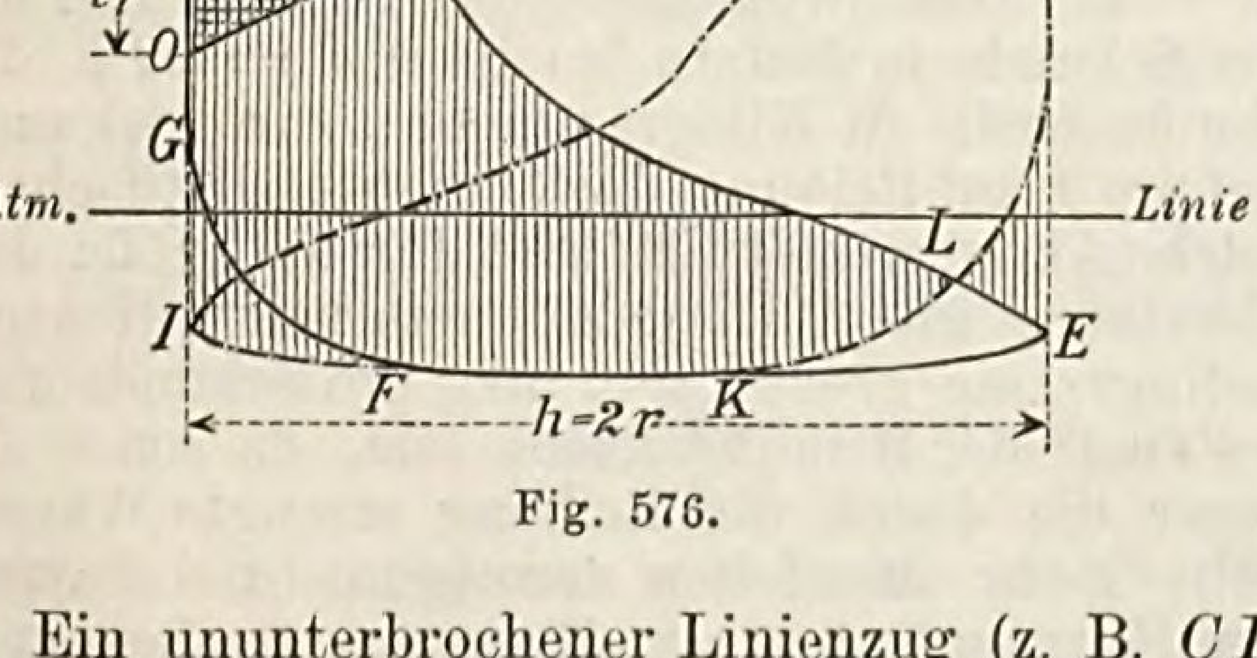


Fig. 576.

Ein ununterbrochener Linienzug (z. B. CD LE FGC) giebt hier immer nur die auf einer Kolbenseite beim Hingang (CD LE) und beim Hergang (EF GC) auftretenden Drücke über oder unter der Atmosphäre an. Die von dem ununterbrochenen Linienzug eingeschlossene Fläche ist proportional der auf einer Kolbenseite bei einem Doppelhub geleisteten Arbeit.

Die von dem Kolben in jedem Augenblick zur Übertragung gelangenden absoluten Dampfdrücke gehen aus dem Unterschied der auf beiden Kolbenseiten gleichzeitig auftretenden Drücke hervor. Ihre jeweilige Größe erhält man durch Zusammensetzung der in ihrer richtigen Lage zur Atmosphärenlinie gezeichneten Druckkurven beispielsweise CD LE von der einen und IFK LH von der anderen Kolbenseite.

Die wirksamen Pressungen sind in der Differenz der senkrechten Abstände der genannten Kurven ausgedrückt, welche für einen Kolbenhub in der schraffierten Fläche $CDLEHLKFI$ dargestellt erscheinen, und zwar sind die Pressungen von CI bis L antreibende, von L bis EH hindernde.

Massenbeschleunigung.

Wie bereits erwähnt wurde, ist die Geschwindigkeit des Kolbens und der mit ihm verbundenen hin- und hergehenden Massen, wie Kolbenstange, Kreuzkopf, Schubstange bei jedem Hub in den toten Punkten Null und steigt gegen die Hubmitte bis zur Umfangsgeschwindigkeit der Kurbel. Um nun in den erwähnten Massen diese Geschwindigkeitsänderung zu erzeugen, ist eine Arbeit nötig, welche vom Dampf verrichtet werden muß.

In der ersten Hälfte des Kolbenlaufs wird also nur jener Teil der Dampfarbeit, welcher nach Abzug der Massenbeschleunigung verbleibt, an die Kurbel abgegeben.

Da sich in der zweiten Hälfte des Kolbenlaufs die Massen durch den Zwang der Kurbelbewegung verzögern, werden sie die früher angesammelte und ihnen nun vermöge ihrer Geschwindigkeit innewohnende Arbeit wieder an die Kurbel abgeben; in dieser Periode wird der Dampfdruck noch um jenen vermehrt, der sich aus der Verzögerung der Massenbewegung ergiebt.

Im theoretischen Diagramm (Fig. 569) bedeutet $q_1 = CK$ die im linken toten Punkt zur Beschleunigung der Massen aufzuwendende Kraft, welche bis S, wo die Kolbengeschwindigkeit am größten ist, abnimmt. Von S bis I tritt die Verzögerung der hin- und hergehenden Massen ein, wobei immer größer werdende Kräfte bis zum Wert q_2 in I steigend, an den Kurbelmechanismus abgegeben werden.

In Fig. 576 ist COP QHC das Beschleunigungsdiagramm.

Das resultierende Druckdiagramm (in Fig. 569 $KLMFGK$) erhält man durch Vereinigung des Dampfdruck- und des Beschleunigungsdiagramms. (Eingehendes über die Massenbeschleunigung enthält das Werk Radingers: Über Dampfmaschinen mit hoher Kolbengeschwindigkeit, Wien 1872.) Die resultierenden Drücke hat man in schon besprochener Weise im Kreuzkopf und Kurbelzapfen zu zerlegen. Die am Kurbelzapfen sich ergebenden Tangentialkräfte kann man ihrer Größe und ihrem Verlauf nach durch das Tangentialdiagramm beurteilen, welches man durch Auftragen der in jedem Augenblick wirkenden Tangentialkräfte über dem abgerollten Kurbelkreis erhält.

Fig. 577 ist das resultierende Tangentialdiagramm für den halben Kurbelweg. Für die

zweite Hälfte ergäbe sich ein nahezu gleiches; dabei ist

$$AB = r\pi = \frac{h}{2}\pi,$$

wenn Fig. 576 $IE = 2r = h$ ist.

Aus Fig. 577 ist zu ersehen, wie verschieden die Größe der Tangentialkräfte in den einzelnen Kurbelstellungen ist, was auch in der ungleichförmigen Bewegung des Kurbelzapfens zum Ausdruck gelangt.

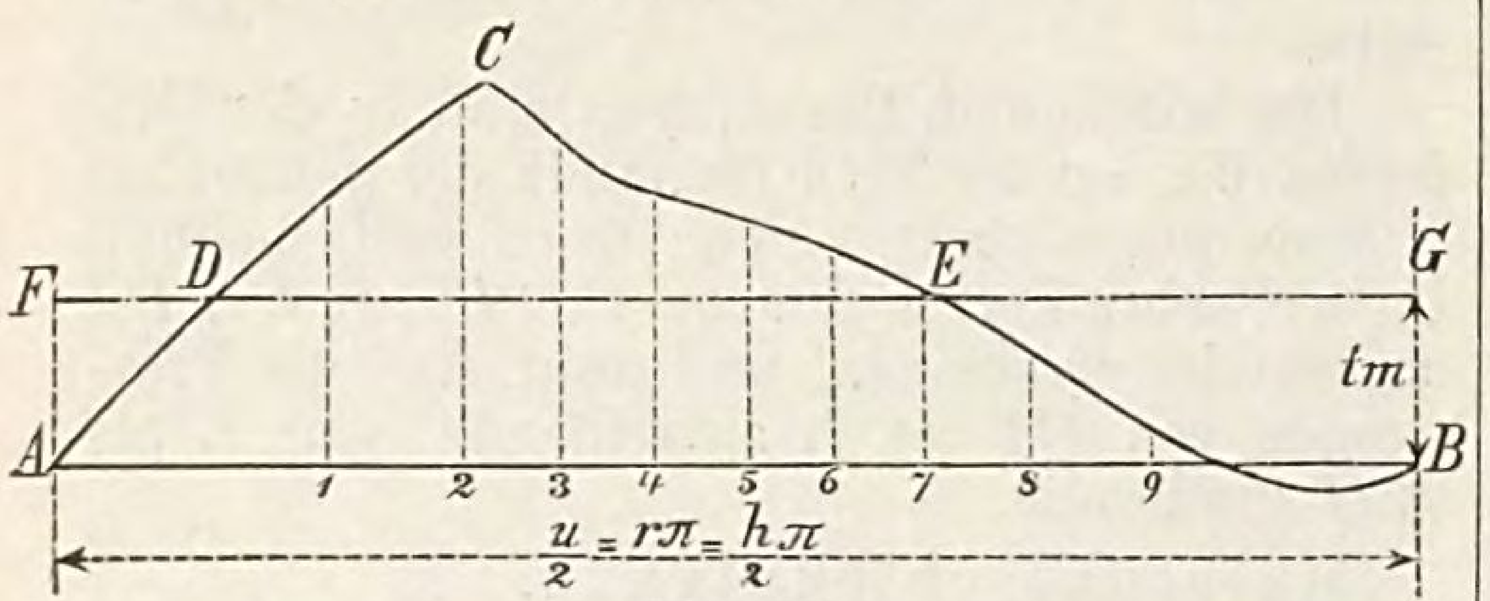


Fig. 577.

Durch Umwandlung der in Fläche $ACBA$ dargestellten, während einer halben Umdrehung von den Tangentialkräften geleisteten Arbeit in ein Rechteck $AFGBA$ erhält man in der Höhe des Rechtecks $AF = t_m$ die Größe der mittleren Tangentialkraft, d. i. jener Kraft, welche, während einer halben Umdrehung konstant wirkend gedacht, dieselbe Arbeit leisten würde, wie die ungleichmäßig wirkenden Tangentialkräfte, und kann auch die D. während einer halben Kurbelumdrehung keinen größeren konstanten Widerstand am Kurbelzapfen, als durch t_m ausgedrückt ist, überwinden.

Während der Kurbelwegstrecke DE ist die Maschinenleistung um die sogenannte Überschußarbeit, welche durch die Fläche DCE dargestellt wird, größer, als die entgegenwirkende Widerstandsarbeit.

Hingegegen ist die Maschinenleistung während der Wegstrecken FD und EG um die Flächen AFD und EGB kleiner als die Widerstandsarbeit.

Die Überschußarbeit DCE ist selbstverständlich gleich der Summe der beiden Minderarbeiten $AFD + EGB$.

Die Überschußarbeit wird während des Wegs DE die sich drehenden Massen der D. beschleunigen, also ihre Geschwindigkeit erhöhen; andererseits wird während der Strecken FD und EG eine Verzögerung dieser Massen eintreten.

Je größer die Masse und je höher die Geschwindigkeit der sich drehenden Teile ist, umsoweniger wird sich der Einfluß der Aufnahme und Abgabe der Überschußarbeit auf die Geschwindigkeit geltend machen.

Dies hat dazu geführt, zum Zweck der Geschwindigkeitsregelung an die Kurbelwelle sich drehende Massen (Schwungräder) anzubringen, welche, ohne daß hierdurch eine wesentliche Erhöhung der Geschwindigkeit eintritt, die Überschußarbeit aufnehmen und dieselbe sodann beim Sinken der Maschinenleistung unter die Widerstandsarbeit an den Kurbelzapfen wieder abgeben.

Wenn mehrere Maschinen an einer Kurbelwelle arbeiten, so sind die in jedem Moment an den Kurbeln auftretenden Tangentialdrücke einander zuzuzählen, wobei zu beachten ist, daß die sich immer wiederholenden Diagramme in jenen Entfernungen voneinander gezeichnet werden müssen, welche dem abgerollten, im Kurbelkreis gemessenen (auf einen gleichen Halbmesser reduzierten) Abstand der Kurbelzapfen voneinander entsprechen.

Zwillingsdampfmaschinen, sowie Compounddampfmaschinen mit unter etwa 90° versetzten Kurbeln benötigen unter sonst gleichen Umständen nur leichtere Schwungmassen. (Über Berechnung der Schwungräder s. d.)

Bezeichnet man mit v_k die mittlere, mit $v_{k\,max}$ die größte, mit $v_{k\,min}$ die kleinste Geschwindigkeit des Kurbelzapfenmittels, dann bedeutet $\frac{v_k}{v_{k\,max} - v_{k\,min}} = E$ den Gleichförmigkeitsgrad, dagegen $\frac{1}{E}$ den Ungleichförmigkeitsgrad.

Je größer E, desto gleichförmiger ist die Bewegung der Schwungradwelle.

Je nach den verschiedenen Zwecken, für welche die D. in Verwendung genommen wird, wählt man E und berechnet dann die Schwungmassen, bezw. das Schwungrad.

Den Gleichförmigkeitsgrad E wählt man je nach den Betrieben, und zwar:

$E =$ 20— 40 für Walzwerkmaschinen,
$E =$ 40— 80 „ Werkstättenbetriebsmaschinen.

Auflagerdrücke und Abnutzarbeiten an den Gleitflächen.

Um die zu rasche Abnutzung der Gleitflächen, Zapfen, Lager etc. der D. und ein Heißlaufen derselben zu verhindern, sollen nach Radinger die Auflagedrücke in Kilogrammen pro Quadratcentimeter höchstens betragen:

am Kreuzkopfzapfen	100 kg
am Kurbelzapfen	60—80 „
an der Kreuzkopfführung	2—3 „
am Kurbellager	16 „

Der Auflagedruck von dauernd in einer Richtung belasteten Zapfen soll 100 kg pro 1 cm² nicht übersteigen, da sonst ein Zufließen des Öls zu den Reibungsflächen in sicherer Weise nicht mehr zu gewärtigen und bereits ein Auspressen des Schmiermaterials unter diesem Druck zu befürchten ist.

Bezeichnet P den Normaldruck in Kilogrammen auf 1 cm² Gleitfläche, φ den Reibungskoefficienten für den in Betracht zu ziehenden Fall, so ist die Größe der Reibung pro 1 cm² Reibungsfläche: $R = \varphi P$ Kilogramm (s. Reibung). Ist v' die Geschwindigkeit des gleitenden Teils pro Sekunde in Metern, so ist $Rv' = \varphi Pv'$ die Abnutzarbeit in Kilogrammetern pro Sekunde und pro 1 cm² Reibungsfläche an den Gleitflächen, welche Abnutzarbeit ein Maß für die Größe der Abnutzung giebt. Diese Abnutzarbeit soll nach Radinger nie größer als 1 mkg pro Sekunde und pro 1 cm² der Reibungsfläche sein, da sonst die Lager die durch die Reibung erzeugte Wärme nicht mehr abzuleiten vermögen. Bei Zapfen von Fahrzeugen, wie z. B. jenen von Lokomotiven etc., ist eine höhere Abnutzarbeit zulässig, da infolge der Bewegung des Fahrzeugs eine Abkühlung der Lager eintritt.

Leistung der Dampfmaschinen.

Die Größe der Leistung der D. wird in

Pferdestärken (wofür das Zeichen *HP*, vom englischen *horse power* herrührend, gebraucht wird) ausgedrückt:

1. als indizierte Arbeit N_i; dies ist die in den Cylindern entwickelte Dampfarbeit; sie wird mit Zuhilfenahme des Indikators (s. d.) bestimmt;

2. als effektive Arbeit N_ε; das ist die thatsächlich zur Verfügung stehende Arbeit, welche die D. abzugeben vermag; sie ist um die zahlreichen in der D. auftretenden Reibungsarbeiten kleiner als die indizierte Arbeit, und kann durch Bremsung mittels Dynamometers (s. d.) bestimmt werden;

3. als Leerlaufarbeit N_L; das ist die für Überwindung der Reibungswiderstände allein nötige Arbeit; sie wird mit Zuhilfenahme des Indikators ermittelt, wobei der Dampfzufluß so geregelt werden muß, daß die Geschwindigkeit der D. die normale bleibt.

Wegen der beim Leerlauf zum Teil kleineren Lager- und Gleitbahnendrücke ist

$$N_i - N_L > N_\varepsilon.$$

bei großen D. ist

$$\eta = 0{,}7 \text{ bis } 0{,}75.$$

Näheres siehe weiter unten.

Konstruktionsteile der D. im allgemeinen.

Diese sind: Der Dampfcylinder mit Dampfkolben, der Maschinenrahmen, die Geradführung mit Kreuzkopf, die Pleuel- oder Schubstange, Kurbel und Kurbelwelle samt Schwungrad, die Kurbellager, die gesamten inneren und äußeren Steuerungsteile (Dampfschieber, Dampfventile, Excenter etc.), der Regulator, die Antriebsscheibe (wenn nicht das Schwungrad selbst als Riemen- oder Seilscheibe oder als Zahnrad behufs Kraftabgabe gebaut ist oder aber die Kraft direkt durch die Kurbelwelle weiter geleitet wird), der Kondensator samt Luftpumpe bei Kondensationsmaschinen, die Pumpen oder Automaten für die Kondensationswässer der Heizmäntel, endlich die gesamte Armatur der D.

Dampfcylinder.

Das Verhältnis von Hub zum Durchmesser des Cylinders macht man bei Eincylinderdampf-

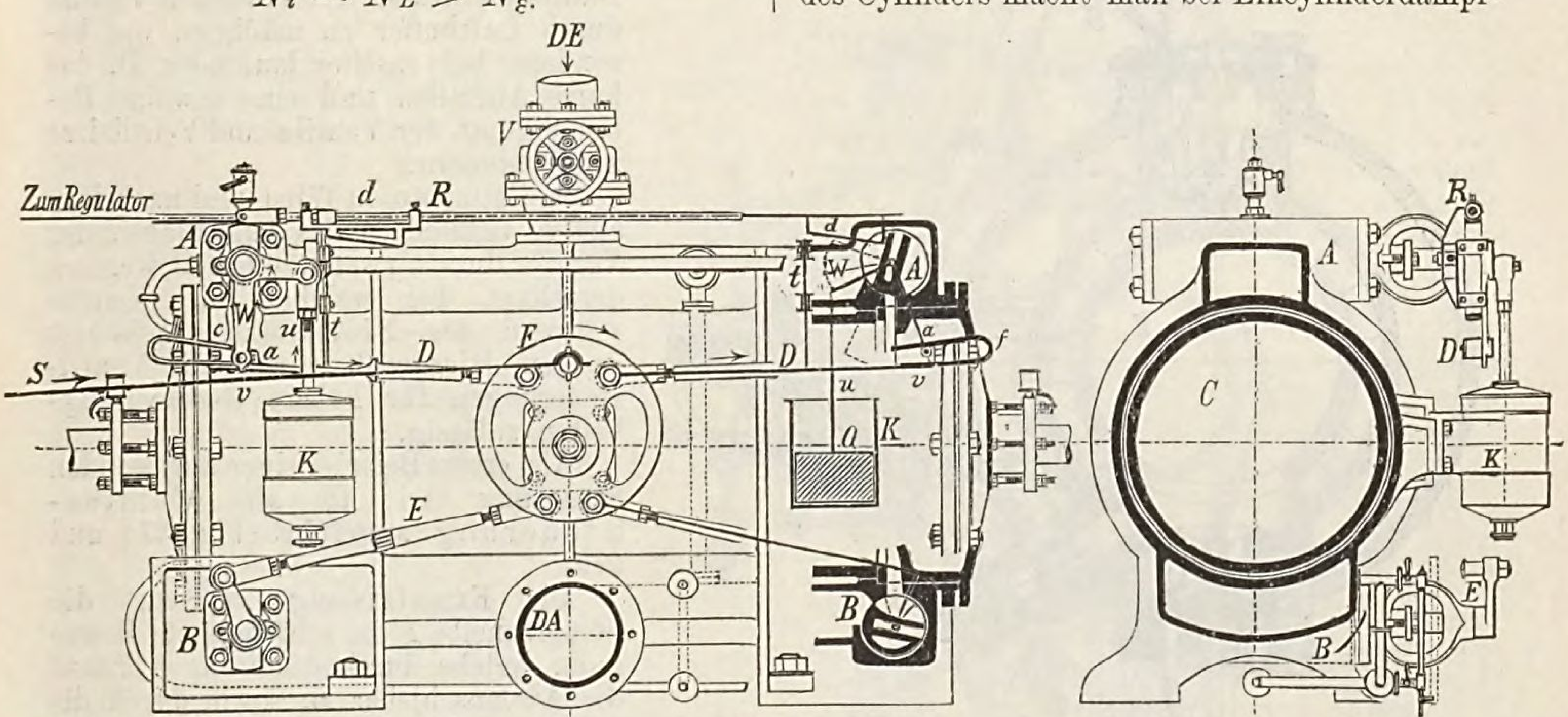


Fig. 578.

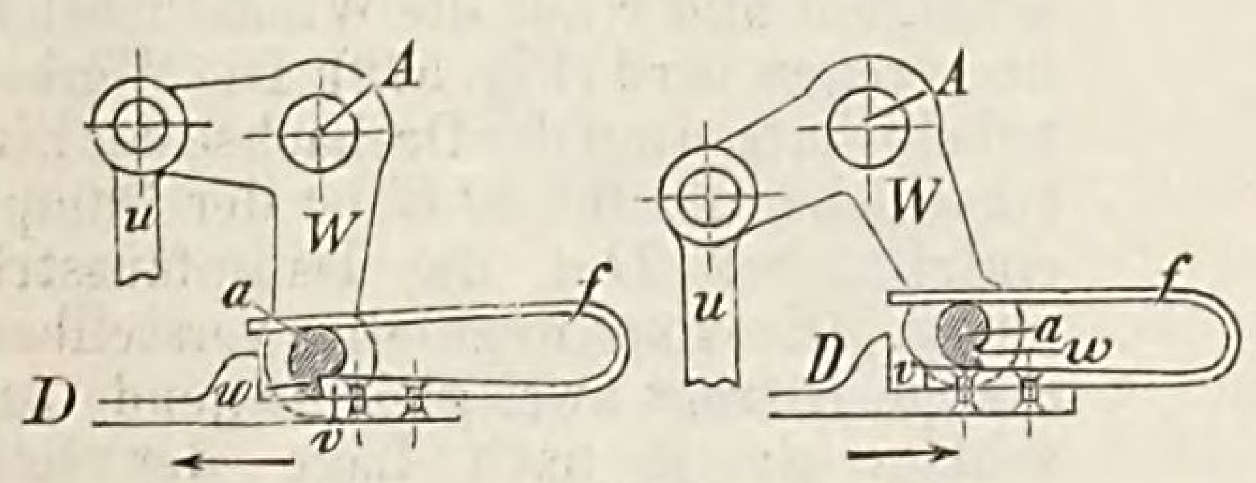


Fig. 579.

Annähernd kann man jedoch

$$N_i - N_L = N_\varepsilon$$

setzen.

Wirkungsgrad der D.

Derselbe wird ausgedrückt durch das Verhältnis

$$\eta = \frac{N_\varepsilon}{N_i}$$

und ist abhängig von der Größe der D., der Kolbengeschwindigkeit, der Anzahl der Dampfcylinder und davon, ob Kondensation in Anwendung gelangt oder nicht.

Bei kleinen D. ist

$$\eta = \frac{N_\varepsilon}{N_i} = 0{,}6 \text{ bis } 0{,}68,$$

maschinen und bei dem Hochdruckcylinder der Verbundmaschinen = 2 bis 3, während es bei den Niederdruckcylindern wegen des meist vorhandenen gleichen Hubs der Kolben, vom Cylinderraumverhältnis abhängt. Dieses beträgt, wenn der Rauminhalt des Hochdruckcylinders = v, jener des Niederdruckcylinders = V ist,

$$\frac{v}{V} = \frac{1}{2}, \frac{1}{2^1/_2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5},$$

wobei jedoch bemerkt sei, daß die Anwendung der beiden letzten Werte sich nicht empfiehlt; bei Dreicylindermaschinen ist rund:

$$v : v_m : V = 1 : 2 : 4 \text{ oder } 1 : 2^1/_2 : 6,$$

wobei

v = der Rauminhalt des Hochdruckcylinders,
v_m = " " " Mitteldruckcylinders,
V = " " " Niederdruckcylinders ist.

Die Füllung im Hochdruckcylinder wird dabei so geregelt, daß die Gesamtexpansion 7-, 8-, 10- bis 12fach bei zweicylindrigen, und 10-, 15- bis 20fach bei mehrcylindrigen Maschinen wird.

Ist f die Fläche des Dampfeinströmrohrs, F die freie Kolbenfläche, v die Kolbengeschwin-

digkeit in Metern pro Sekunde, so macht man nach Radinger $f \, . \, 30 = F \, . \, v$, weil die Dampfgeschwindigkeit nicht mehr als 30 m pro Sekunde betragen soll. Das Dampfausströmrohr macht man etwa $\frac{5}{4} f$. (Weiteres über Dampfcylinder s. d.)

Über die Anordnung, die Konstruktion und das Material der übrigen Teile der D. enthalten die Sonderartikel das Nähere.

Da jedoch die Präcisionssteuerungen fast ausschließlich nur bei stationären Betriebsdampfmaschinen gebräuchlich sind und in ihrer Konstruktion von den von Hand stellbaren Schiebersteuerungen vollständig abweichen, sollen die Präcisionssteuerungen der D. mit Kurbelbewegung hier der näheren Betrachtung unterzogen werden. (Über die gewöhnlichen Steuerungen, sowie die von Hand stellbaren Expansionsschiebersteuerungen, und die bei den Lokomotiven in Anwendung kommenden Steuerungen siehe Steuerungen.)

Zur Beeinflussung der Füllung vom Regulator aus wurden zahlreiche Umänderungen der gebräuchlichen Schiebersteuerungen angewendet, jedoch ohne größeren Erfolg.

Erst dem Amerikaner G. H. Corliss gelang es, durch Anordnung von zwei Einlaß- und zwei Auslaßkanälen, die durch Rundschieber schließbar gemacht wurden, durch auslösbare Verbindung der Einlaßrundschieber mit der äußeren Steuerung und Abschluß der Einströmung durch Drehung der Schieber unter Einfluß frei fallender Gewichte die Regulierung zu einer wirklichen genauen, selbstthätigen zu machen.

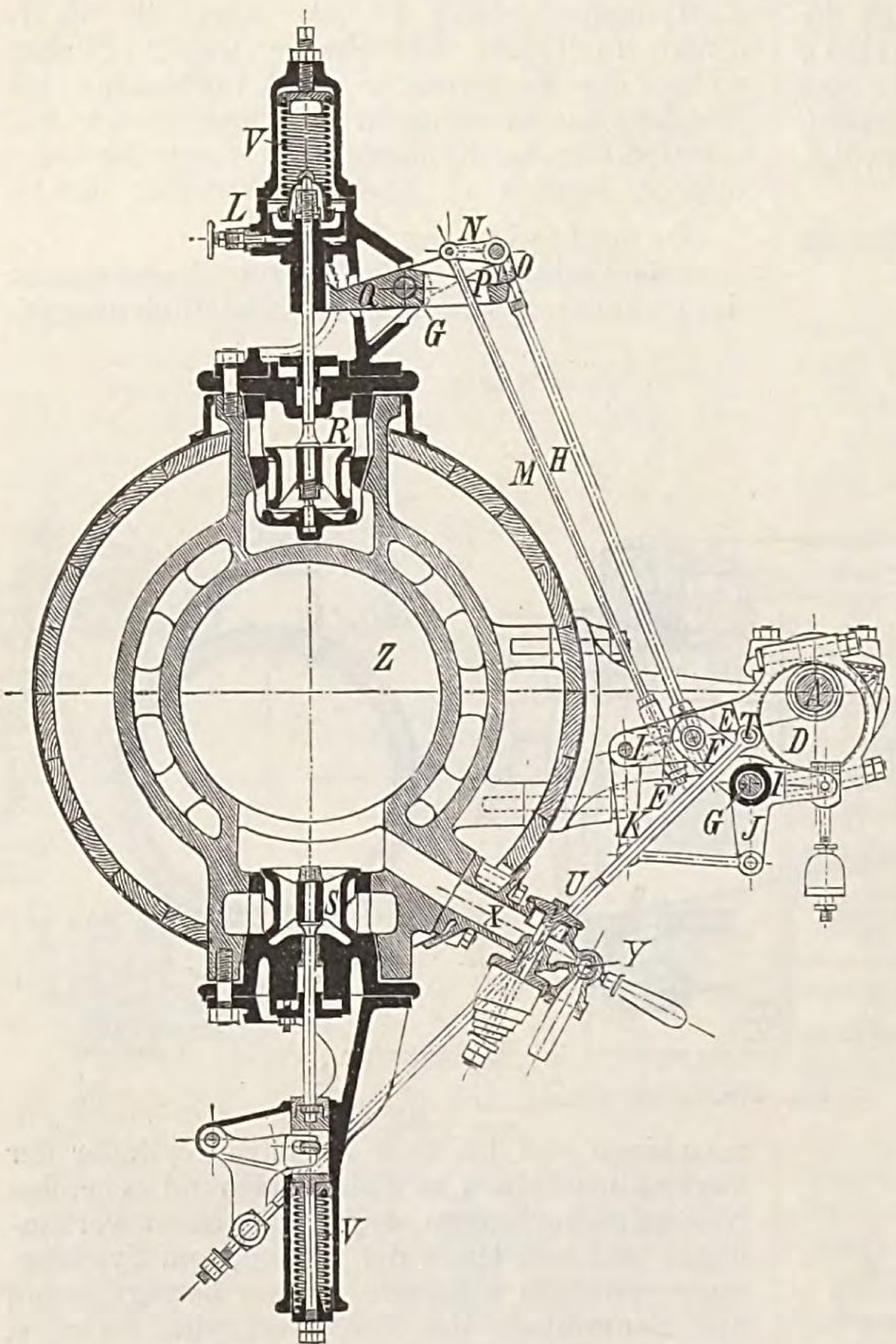


Fig. 580.

Später wurden die Rundschieber vielfach durch Flachschieber oder entlastete Doppelsitzventile (Ventilsteuerungen) ersetzt, welche sich heute einer großen Beliebtheit erfreuen, obwohl sie schädliche Räume von 5—6 % ergeben, gegenüber den Corliss-Rundschiebern mit 1—2 % schädlichen Räumen.

Die Anordnung des raschen Abschlusses der Einströmung mittels Gewichten, Federn, Luftbuffern etc. durch Auslösen der nur während der Füllung mit der äußeren Steuerung im Zusammenhang stehenden Einlaßteile war später auch bei den Ventilsteuerungen die einzige. Man war jedoch genötigt, die Geschwindigkeit der unter dem Dampfüberdruck frei fallenden Ventile durch Luftbuffer zu mäßigen, um besonders bei rascher laufenden D. das harte Auffallen und eine etwaige Beschädigung der Ventile und Ventilsitze zu verhindern.

A. Collmann in Wien und nach ihm andere verhindern das Aufschlagen der Ventile durch zwangläufige Bewegung derselben, bei welcher die Ventile während des Niedersinkens gestützt werden. Hierdurch wurden die Ventilsteuerungen für höhere Geschwindigkeiten zulässig.

Als erstes Beispiel einer auslösenden Steuerung sei die alte Corliss-Steuerung angeführt (Fig. 578 und 579).

Die Excenterstange S setzt die Steuerscheibe F in schwingende Bewegung, welche durch die Stangen E auf die Auslaßschieber B, sowie durch die Stangen D unter Vermittlung der Anschläge a und v auf die Winkelhebel W übertragen wird (Fig. 579). Die Winkelhebel W sitzen auf der Drehachse der Einlaßschieber A. Bei $D\,E$ ist der Dampfeintritt, bei $D\,A$ die Dampfausströmung. Die vom Regulator verstellbare Stange R trägt zwei gleichliegende Anschläge d; je nach Lage der letzteren stoßen bei jedem Kolbenhub früher oder später die senkrecht geführten Stängelchen t, welche bei der schwingenden Bewegung von D in die Höhe gehoben werden, an die Anschläge d und verhindern die Weitererhebung der Stange D (Fig. 579), welche bei der Schwingung in höhere Lagen kommen will; dadurch wird dieselbe nach abwärts gedrückt, die Knagge a, welche von der Endfläche v der Feder f mitgenommen wurde, entfernt sich von v. Sobald a frei wird, zieht ein in dem Cylinder K (Fig. 578) nicht vollständig dicht eingeschlossenes, an der Stange u hängendes, kolbenartig geformtes Gewicht Q den Winkelhebel W, der sich in dem Fall in gehobener Stellung befindet, rasch nach abwärts, a gleitet auf f, wodurch infolge Drehung des Schiebers A die Dampfeinströmung fast augen-

blicklich abgeschlossen wird. Die Fallgeschwindigkeit des Gewichts Q kann durch Öffnen oder Schließen eines am Boden von K angebrachten Lochs vergrößert oder verkleinert werden, indem je nach der Größe dieser Öffnung die während des Anhubs des Gewichts angesaugte Luft rascher oder minder rasch entweichen kann.

Die Corliss-Steuerung läßt nur Füllungen bis etwa 50% und dann Vollfüllung zu, was mit der Bewegung der Stange D im Zusammenhang steht.

Mit Beibehaltung der Corliss-Rundschieber sind zahlreiche Steuerungen von Wheelock, Regnier, Dörfel-Pröll u. a. konstruiert worden.

Bei den Ventilsteuerungen sind meist oben an den Enden der Cylinder zwei Einlaßventile und unten an den Enden zwei Auslaßventile angebracht, welche ihren Antrieb von Excentern erfahren, die auf einer mit der Cylinderachse parallelen Welle aufgekeilt sind. Diese Welle wird meist durch Kegelräderübersetzung von der Kurbelwelle aus in Bewegung gesetzt und führt den Namen Steuerwelle.

Die auslösende Ventilsteuerung von Gebrüder Sulzer ist in Fig. 580 dargestellt. Auf der Steuerwelle A sitzt Excenter D an jedem Cylinderende, dessen verlängerte Bügel E mittels der Laschen F mit den festen Drehpunkten G verbunden sind. Durch die Stangen U wird von den Bügeln E aus unmittelbar das Auslaßventil S zwangläufig bewegt. Die Einlaßventile R hängen an zweiarmigen Hebeln Q, deren Enden P durch die Mitnehmer O niedergezogen werden können; es erfolgt dies durch Bewegung von H. Das Auslösen wird bewirkt durch Einflußnahme der Stangen M auf die Hebel NO; das Regulatorstellzeug greift an die Hebel I an und verändert dadurch die Lagen der Endpunkte E_1 der Stangen M, wodurch das Abgleiten von P und O und die Beendigung der Ventilhübe, während welcher Zeit die Füllung stattfindet, früher oder später erfolgt.

Da nach dem Abgleiten von P und O die nunmehr frei gewordenen Ventile R unter Einwirkung der Federn V sofort auf ihren Sitz niedergedrückt werden, so kann durch die oben besprochene Verstellung von E' und das dadurch bedingte früher oder später erfolgende Auslösen von P und O eine Veränderung der Füllung eintreten, womit die Regulierbarkeit erreicht ist.

Die Auffallgeschwindigkeit der Ventile wird durch einen Luftbuffer gemäßigt.

Die Collmann-Ventilsteuerung (Fig. 581) ist, wie schon erwähnt, zwangläufig. Die Anordnung der Doppelsitzventile und die Steuerwelle ist ähnlich wie bei der Sulzer-Steuerung.

Die Stangen der an jedem Cylinderende auf der Steuerwelle aufgekeilten Excenter sind in dem Punkt p mit den zweiarmigen Hebeln h verbunden, während auf den kurzen Excenterstangen je eine Hülse H steckt, die durch einen Hebelmechanismus lst vom Regulator gehoben oder gesenkt werden kann.

Jedes Einlaßventil hängt mit der Ventilstange an einem in u fix gelagerten Hebel m, der durch Aufwärtsbewegung des gleichfalls um ein festes Lager drehbaren Hebels n angehoben werden kann, wodurch das Einlaßventil geöffnet wird. Die beiden Hebel wälzen sich hierbei aufeinander derart ab, daß sich der Angriffspunkt der die Drehung veranlassenden Kraft fortwährend ändert, wodurch das Anheben erst langsam, dann rasch erfolgt, um beim Angriff jeden Stoß zu vermeiden, was insbesondere bei größerer Geschwindigkeit nötig wird. Beim Niedersinken des Ventils ist der Vorgang der umgekehrte; die Hebel bleiben aufeinander gestützt, weshalb

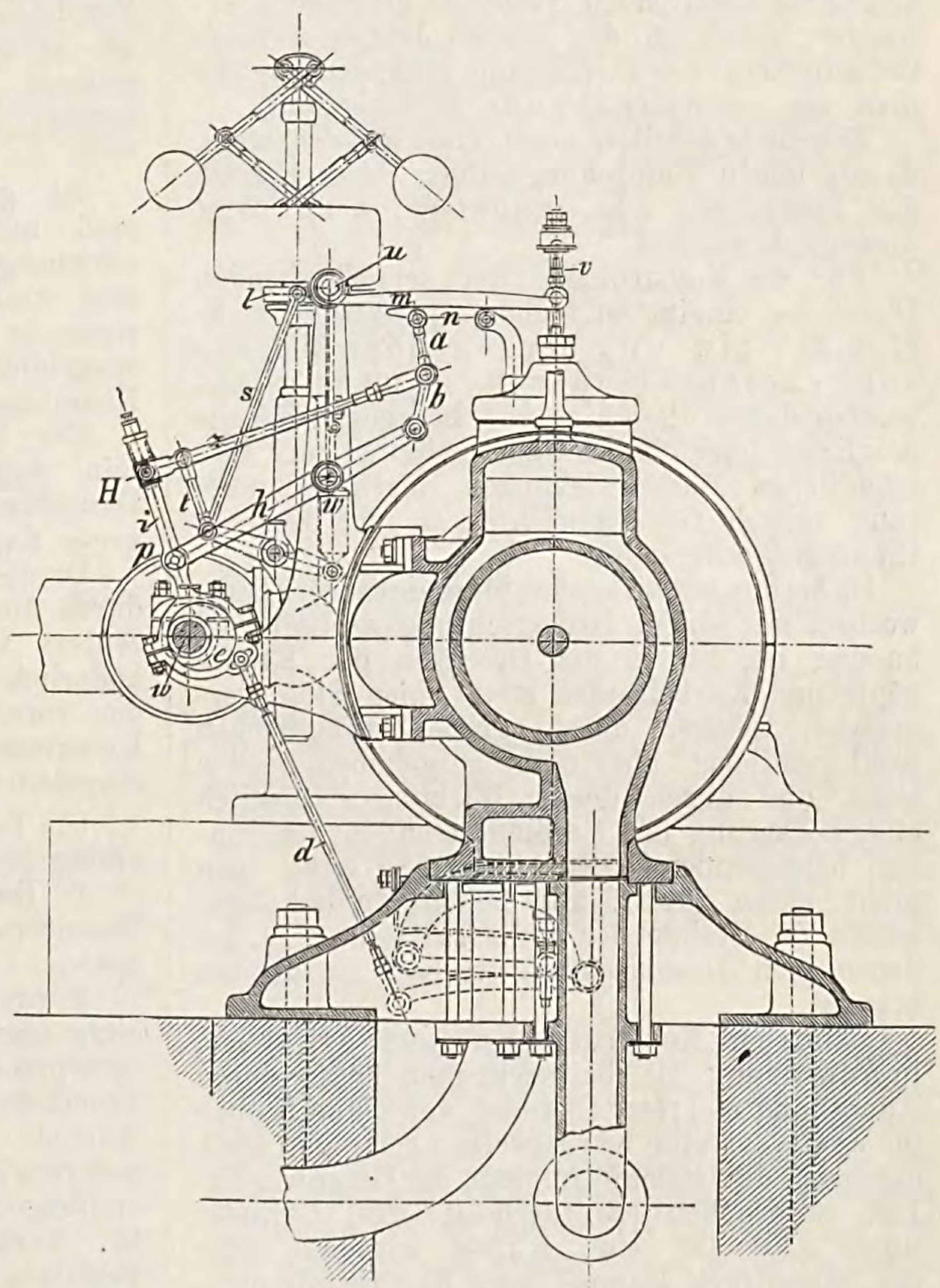


Fig. 581.

Luftbuffer bei dieser Steuerung nicht nötig sind.

Der untere Hebel n wird unter Vermittlung des Kniehebels ab vom früher besprochenen zweiarmigen Hebel h aus bewegt. Das Einknicken des Kniehebels und Nachgeben der Stützung bewirkt die an der verschiebbaren Hülse H drehbar befestigte Stange z, worauf eine Feder das Ventil niederdrückt.

Die Auslaßventile werden unter Einschaltung einer der oberen ähnlichen Gegenhebelvorrichtung von den Excenterbügeln aus geöffnet und durch Federn geschlossen.

Die auf Tafel XV gezeichnete Triplex-Expansionsmaschine von Märky, Bromovský & Schulz trägt am Hoch- und Mitteldruck-

cylinder zwangläufige Ventilsteuerung nach Dr. Pröll.

Sämtliche zwangläufige Ventilsteuerungen, zu denen auch noch die Steuerungen von Hartung, Radovanovic u. a. gehören, üben einen größeren Rückdruck auf den Regulator aus, müssen also mit besonders kräftigen, eine bedeutende Verstellungskraft darbietenden Regulatoren versehen sein.

Schnellgehende D.

Für gewisse Zwecke, welche große Geschwindigkeiten erforderlich machen (wie z. B. beim Antrieb von Dynamomaschinen) und in Fällen, wo die Anwendung von Zwischenvorgelegen zur Erzielung der nötigen Geschwindigkeit entweder nicht möglich ist, oder wegen der denselben anhaftenden Nachteile unthunlich erscheint, haben in den letzten Jahren mehrere Grundformen von D. Eingang gefunden, welche man als schnellgehende D. bezeichnet.

Dieselben arbeiten meist ohne Kondensation, da die hohen Umdrehungszahlen einen Betrieb der Luftpumpe sehr erschweren, wenn nicht unmöglich machen.

Für die Konstruktion der schnellgehenden D. ist der bereits im früheren erwähnte Einfluß der hin- und hergehenden Massen von entscheidender Bedeutung und werden daher diese hin- und hergehenden Teile möglichst leicht im Gewicht gehalten und ihre schädlichen Massenwirkungen durch Balancierung mittels Gegengewichten an den Kurbeln thunlichst aufgehoben.

Da bei doppeltwirkenden Maschinen jeder Hubwechsel mit einem Druckrichtungswechsel verbunden ist, der in den Gelenken der Kreuzköpfe und Kurbelzapfen stets einen Stoß verursacht, welcher durch große Auflagflächen wohl gemildert, aber nicht aufgehoben werden kann, und durch dessen Wirkung schließlich eine Lockerung der Verbindungen in den hin- und hergehenden Teilen eintritt, so wählt man nicht selten für D. mit hohen Umdrehungszahlen das System der einfachwirkenden D., bei denen kein Druckrichtungswechsel einzutreten braucht.

Zahlreiche Konstruktionen dieser Art stehen in Anwendung. Hierbei sucht man häufig durch Anordnung mehrerer Cylinder, von deren Kolben die Kraft auf eine Kurbelwelle übertragen wird, entweder die Gleichförmigkeit der Geschwindigkeit zu erhöhen (Brotherhood: drei Cylinder unter 120° auf eine Kurbel wirkend) oder die einseitigen Dampf- und Beschleunigungsdrücke aufzuheben (Westinghouse: zwei Cylinder auf unter 180° gestellter Kurbel, Abraham: vier Cylinder, deren Kolben unter je 90° auf eine Kurbel wirken).

Man findet auch, wenngleich seltener, das Woolf- und Verbundsystem hierbei in Anwendung.

Bei allen mit sehr hohen Umdrehungszahlen, oft bis 1000 pro Minute, laufenden D. ist infolge der durch die weiten Dampfleitungskanäle bedingten großen schädlichen Räume und infolge der durch die große Geschwindigkeit bald herbeigeführten mangelhaften Dampfdichtigkeit der Kolben, eine vorteilhafte Ausnutzung des Dampfes nicht zu erreichen.

Für Umdrehungszahlen bis zu 300 pro Minute eignen sich jedoch wegen der besseren Dampfausnutzung, vorteilhaft doppeltwirkende D., bei welchen das Woolf- und Verbundsystem zur günstigen Verwendung gelangt. Die verbreitetsten Grundformen dieser Anordnung sind die D. von Allen, Armington, Sims, Dörfel-Pröll, sowie die Straight-Line-Maschine u. m. a.

Diese und ihnen ähnlich gebaute D. unterscheiden sich hauptsächlich durch die Steuerung voneinander.

Steuerung schnellgehender Maschinen.

Da die schnellgehenden D. wegen der zur Beschleunigung der hin- und hergehenden Massen notwendigen Drücke keine oder nur eine geringe Drosslung des Einströmdampfes durch ein Drosselventil zulassen, so muß die Regulierung derselben für die verschiedenen Nutzleistungen durch Veränderung der Füllung im Dampfcylinder erfolgen, welche wegen genauer Einhaltung der Umdrehungszahl von einem Geschwindigkeitsregulator eingeleitet wird.

Die ganze Steuerung bei diesen Maschinen muß mit Rücksicht auf deren hohe Geschwindigkeiten möglichst einfach und kräftig sein, weshalb sie in der Regel durch einen einzigen, je nach dem System der D. verschieden ausgebildeten Schieber erfolgt, der mittels eines Excenters angetrieben wird.

Der Schieberweg muß entsprechend groß sein, damit rasches Öffnen und Schließen der Dampfkanäle erfolgen kann, was man durch große Excenter erreicht.

Da die Füllungsperiode (s. Artikel Steuerung) durch die Excentricität und Voreilung des Excenters bedingt wird, so werden diese veränderlich gemacht und wird die Einstellung der verschiedenen Lagen des Schiebers, bezw. Excenters selbstthätig mittels eines Regulators eingeleitet.

Die Veränderung von Excentricität und Voreilung kann erfolgen:

1. Durch entsprechende Verstellung eines Excenters zur Kurbelwelle (z. B. Westinghouse);

2. in den meisten Fällen durch zwei vereinigte Excenter, von denen eines auf dem andern verschoben oder verdreht wird (z. B. Armington, Dörfel-Pröll). Der Schieber erhält hier seinen Antrieb von einem um das zweite Excenter gelegten Bügel mit Stange. Die Excenterverstellung erfolgt aber durch Stangen, welche bei Veränderung der Umdrehungszahl vom Regulator bewegt werden.

Die hierbei in Anwendung stehenden Regulatoren (s. d.) sind ausnahmslos Federregulatoren, deren Schwunggewichte um die Kurbelwelle kreisen.

Der Fliehkraft der Schwunggewichte wird durch die Spannkraft von Federn das Gleichgewicht gehalten.

Da diese Regulatoren stets unmittelbar auf die Steuerung wirken, so werden sie astatisch, oder aber pseudoastatisch gemacht, d. h. es wird die Federkraft so gewählt, daß sie bei einer genau bestimmten Umdrehungszahl der Fliehkraft der Schwunggewichte in jeder Lage derselben nahezu das Gleichgewicht hält.

Die Wirkung eines dieser Regulatoren kann aus der schematischen Fig. 582 ersehen werden. An den am Schwungrad befestigten Hebeln H sind am Ende Schwunggewichte Q angebracht.

Die an den Hebeln *H* gelenkig angehängten Federn *F* sind an zwei weiteren festen Punkten des Schwungrads befestigt.

Das Excenter *I* ist auf der Kurbelwelle festgekeilt, während das den Excenterbügel tragende Excenter *II* auf Excenter *I* durch Angriff der mit den Hebeln *H* in Verbindung stehenden Stangen verdreht werden kann.

Herrscht für eine bestimmte Umdrehungszahl Gleichgewicht, so werden bei zunehmender Geschwindigkeit die Schwungkugeln *Q* sich nach auswärts bewegen und die Federn *F* hierdurch gezogen werden, wobei ihre Spannkraft zu überwinden ist. Dadurch wird Excenter *II* auf Excenter *I* verdreht, also eine Änderung der Excentricität und Voreilung und hierdurch bei erwähnter Bewegung der Schwungkugeln eine Verkleinerung der Füllung herbeigeführt, bis wieder die normale Umdrehungszahl erreicht ist; dann bleiben die Gewichte *Q* entsprechend der pseudoastatischen Anordnung des Regulators in ihrer neuen Lage zur Welle.

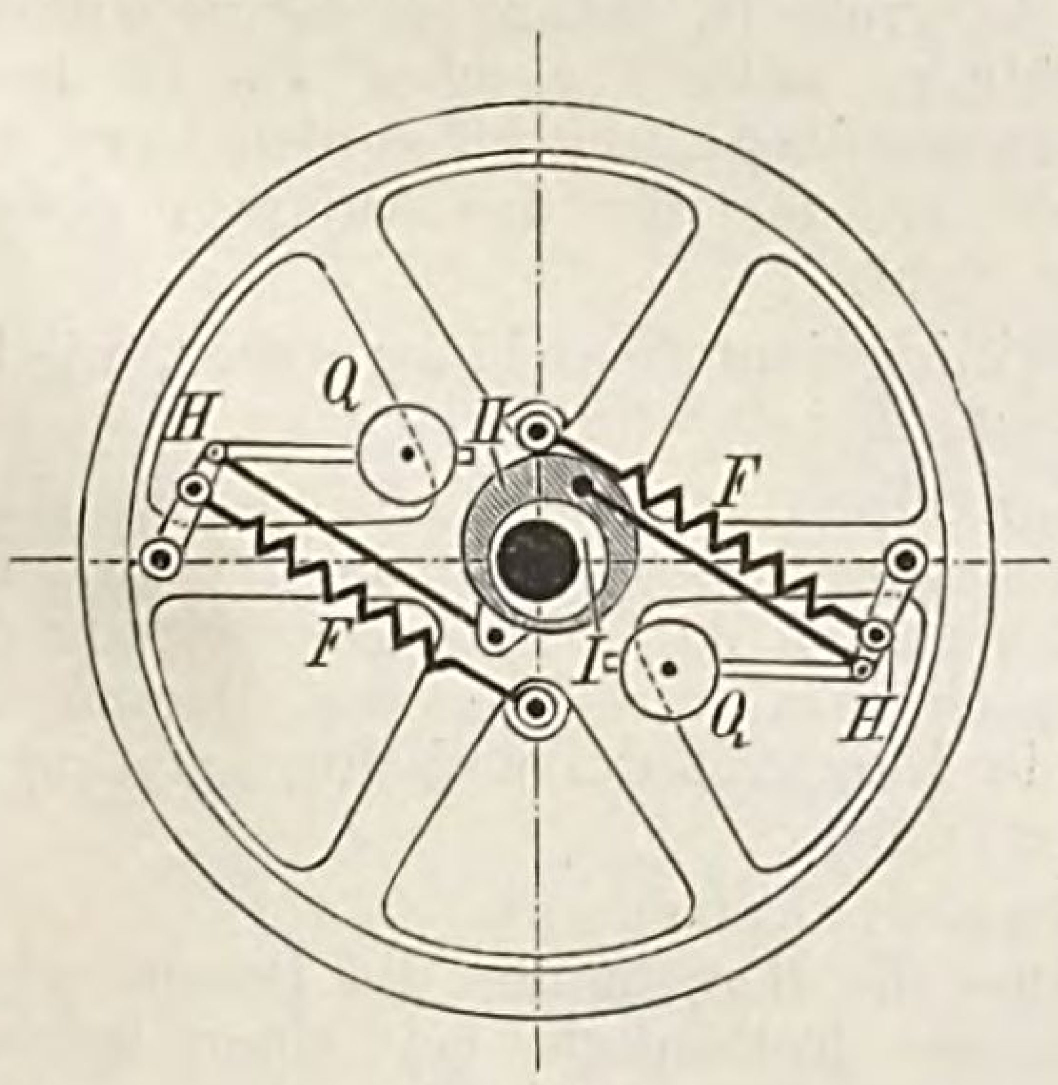


Fig. 582.

Wird die Geschwindigkeit der Kurbelwelle kleiner, so tritt das eben erörterte Spiel in umgekehrter Reihenfolge ein. (Näheres über die Wirkungsweise der Regulatoren s. d.)

Man unterscheidet nach der Anordnung der Federn mehrere Systeme von Feder- oder Schwungradregulatoren (wegen ihrer häufigen Anbringung zur Seite des Schwungrads so genannt), und zwar hauptsächlich:

1. Solche, bei welchen zwei Federn (wie in Fig. 582) angewendet erscheinen, z. B. von Westinghouse, Armington u. a. Bezüglich dieser Anordnung sei bemerkt, daß es schwer möglich ist, die Federn gleichmäßig zu spannen, ferner können bei hohen Umdrehungszahlen dieselben durch die Fliehkraft nach außen gebogen werden, was zu ungleichen Wirkungen und Brüchen Veranlassung geben kann.

2. Solche, bei welchen eine central und zur Welle symmetrisch angeordnete Feder Anwendung findet, wie z. B. bei Maschinen der Maschinenfabrik Örlikon, solchen nach Dörfel-Pröll u. a.; die Fliehkraftwirkung in der Feder, sowie der Nachteil der ungleich stark gespannten Federn wird bei dieser Anordnung aufgehoben (Fig. 1 und 2, Taf. XV).

3. Jene, bei welchen eine seitliche Feder Anwendung findet, wobei die Nachteile von 1. nur teilweise aufgehoben werden (angewendet von Leconteux-Garnier, Straight-Line-Engine u. a.).

Nach der Inanspruchnahme der Federn unterscheidet man bei allen oben genannten Systemen auch:

a) Regulatoren, bei welchen die Federn auf Zug beansprucht sind, Fig. 1 und 2 der Taf. XIV und Fig. 582. Die in den Fixpunkten der Hebel *H*, Fig. 582, auftretenden Reaktionen durch Fliehkraft und Federspannung heben sich zufolge ihrer entgegengesetzten Richtung teilweise auf, so daß die Reibung daselbst nicht sehr groß wird. Dagegen kann bei einem Reißen der Feder die D. steuerungslos werden.

b) Regulatoren, bei welchen die Federn auf Druck beansprucht sind. Eine centrale, auf Druck beanspruchte Feder wird von Dr. Pröll angewendet. Ein Bruch der Feder, die in einem Gehäus liegt, kann nicht sehr gefährlich werden, da sich die Windungen aufeinanderlegen. Dagegen werden die Gelenke durch die Summe der Reaktionen stärker beansprucht, daher größere Reibung erzeugt.

Die besprochenen Federregulatoren haben den großen Vorteil, daß sie bei verhältnismäßig sehr kleinem Eigengewicht in der Lage sind, auf die zu dem Excenter führenden Stangen eine bedeutende Kraft auszuüben, was hier notwendig wird, da sowohl die Excenter- als auch die Schieberreibung bei der Verstellung zu überwinden ist. Um die letztere klein zu halten, wenden einige Konstrukteure entlastete Schieber an, als welche sich bekanntlich Kolbenschieber gut eignen; auch entlastete Flachschieber, rotierende und Corliss-Schieber finden Anwendung.

Beispielsweise verwenden Armington, Sims, Örlikon u. a. Kolbenschieber, Dörfel-Pröll nehmen Corliss-Schieber, die Straight-Line-Engine hat entlastete Flachschieber.

Taf. XIV, Fig. 1 und 2, zeigen die ganze Anordnung einer von der Maschinenfabrik in Örlikon nach System Hoffmann gebauten schnellgehenden, stehenden Woolfmaschine mit unter 180° versetzten Kurbeln und einer von einem Federregulator beeinflußten Zweikolbenschiebersteuerung am Hochdruckcylinder, bezw. einem einfachem Kolbenschieber am Niederdruckcylinder.

Aufstellung der D.

Zur festen Lagerung der D., sowie zur Aufnahme der beim Gang derselben auftretenden freien Kräfte, welche von den hin- und hergehenden und den sich drehenden Massen hervorgerufen werden, ferner zur Aufnahme der durch die Art der Kraftübertragung eintretenden Züge oder Drücke müssen die D. sicher und fest mit Körpern von großer Masse verbunden sein.

Hierzu dient bei Lokomotiven teilweise der Rahmen und Kessel, bei Schiffen der Schiffskörper und bei feststehenden Maschinen ein eigens dazu erbautes Fundament.

Letzteres besteht meist aus gutem, festem Mauerwerk, mit einer Tiefe von etwa dem drei- bis sechsfachen Durchmesser des Dampfcylinders.

Je nach der Beschaffenheit des Baugrunds hinsichtlich der Lage des höchsten Grundwasserspiegels führt man entweder ein in Cementmörtel hergestelltes Ziegelmauerwerk, oder aber ein Betonfundament aus. Die oberste Schichte besteht meist aus Quadern.

Die D. wird durch eine genügende Anzahl kräftiger Schrauben (Anker), welche das ganze Fundament durchdringen, festgelagert.

Behufs Verbindung der Fundamentschrauben mit dem Fundament tragen dieselben an ihrem

unteren Ende eine Mutter, einen Keil oder sie sind mit einem Kopf versehen, mit welchem sie sich gegen eine gußeiserne oder schmiedeiserne Ankerplatte legen.

Die Ankerplatte wird je nach der Größe des zu übertragenden Auflagedrucks bei der Aufstellung der D. entweder unmittelbar an das Fundamentmauerwerk gelegt oder aber es gelangt noch ein entsprechend ausgemessener Stein für die Druckübertragung in Anwendung. Um zu den im Mauerwerk liegenden Schraubenenden gelangen zu können, besitzt das Fundament bei den größeren D. Gänge und die erforderlichen Aussparrungen.

Maschinenpumpen.

Von der D. werden in der Regel mehrere Pumpen betrieben, und zwar: die Kesselspeispumpe, wenn nicht für Kesselspeisung eigene Transmissions- oder Dampfpumpen Verwendung finden, ferner bei großen Anlagen eine oder mehrere kleine Pumpen zur ununterbrochenen Entfernung des aus den Mäntel- und Receiverheizungen sich bildenden Kondensationswassers, welches von der genannten Pumpe meist unmittelbar in den Dampfkessel zurückgepumpt wird. Weiters haben Kondensationsdampfmaschinen eine Luftpumpe zum Wegschaffen des im Kondensator entstehenden Wasser-, Dampf- und Luftgemenges und endlich eine Kaltwasserpumpe zum Ansaugen des Injektionswassers, wenn selbes nicht durch direkten Zulauf oder durch Anheben mittels der Luftpumpe beschafft werden kann.

Die Luftpumpe kann bei langsam laufenden Maschinen unmittelbar von der verlängerten durchgehenden Kolbenstange angetrieben werden.

Häufiger liegt sie im Fundament und wird vom Kurbelzapfen, Kreuzkopf oder der durchgehenden Kolbenstange aus durch schwingende Hebel in Thätigkeit gesetzt; der Überwachung wegen soll sie stets leicht zugänglich sein. (Näheres s. Kondensator.)

Armatur der D.

Unmittelbar an der D. muß das vom Kessel zum Dampfcylinder führende Dampfzuleitungsrohr durch ein gut schließendes Ventil absperrbar sein, welches beim Anlassen der D. geöffnet wird.

Es ist für die Maschinenbedienung und für die Aufsicht von Wert, stets die Größe der Dampfspannungen zu kennen, welche in den Dampfcylindern und im Kondensator herrschen. Man verbindet daher das Dampfeinströmrohr oder den Schieber, bezw. Ventilkasten der Dampfeinströmorgane, den Receiver und den Kondensator durch Röhren mit je einem Manometer (bezw. Vakuummeter), um die jeweilig herrschenden Spannungen ablesen zu können.

Zur Armatur gehören auch die Apparate für die Schmierung.

Bei allen Gleitflächen, Zapfen und Lagern muß für ausreichende Ölzufuhr gesorgt werden, um ein Warmlaufen der genannten Teile hintanzuhalten. Das abtropfende Öl soll in Öltassen aufgefangen werden und kann, nach vorhergegangener Filtrierung, und zwar zur Schmierung von Transmissionen etc. wieder in Verwendung genommen werden. Vorteilhaft erweisen sich für die Cylinder- und Schieberschmierung die kleinen, von den verschiedenen Maschinenteilen angetriebenen Ölpumpen, die auch zur sog. Damp schmierung Anwendung finden. Häufig wi dem in die Dampfcylinder einströmenden Da durch diese Ölpumpen oder Lubricatoren daue Öl zugeführt. Näheres über die verschieden Schmiervorrichtungen und Schmiermittel sie die bezüglichen Artikel.

(Über Armatur des Dampfcylinders s Dampfcylinder).

Das Anlassen der D. erfolgt durch Ö des vorgenannten Dampfventils. Bei Eincylind dampfmaschinen tritt die Bewegung nur da ein, wenn der Kolben außerhalb der tot Punkte, am sichersten, wenn der Kolben gegen die Mitte des Hubs steht, was bei kleinen D. durch Drehen des Schwungrads mit der Hand erreicht wird. Bei großen D. bewerkstelligt man dies mittels Hebel und Sperrklinken, welch letztere in Zähne, die zu dem Ende innen oder außen an dem Kranz des Schwungrads angebracht sind, eingreifen.

Sehr große D. haben oft eigene Hilfsdampfmaschinen, mittels welcher die D. langsam, und zwar solange bewegt werden kann, bis der Kolben an der für das Anlassen geeigneten Stelle steht.

Zwillingsdampfmaschinen gehen, wie bereit erwähnt, in jeder Kurbellage an.

Vor Öffnen des Dampfeinlaßventils sind alle Kondensationswasserablaßhähne, bezw. Ventile zu öffnen und darf die Ingangsetzung der D. erst nach dem Anwärmen des Dampfcylinders und der Dampfmäntel und überhaupt nur langsam erfolgen.

Dampfverbrauch.

Über die Berechnung des Dampfverbrauchs für einen Kolbenhub bei einer bestimmten Füllung im Dampfcylinder s. Dampfverbrauch der Lokomotive. Im nachstehenden soll noch die Berechnung des Dampfverbrauchs aus dem Indikatordiagramm angeführt werden.

Man bezieht denselben meist auf eine indizierte Pferdekraft pro Stunde, da die Bestimmung der indizierten Leistung leicht mit genügender Sicherheit erfolgen kann. Die verbrauchte Dampfmenge wird bei Untersuchungen der D. meist bestimmt durch Wägung oder auch Messung der Speisewassermenge jener Dampfkessel, welche nur Dampf für den Betrieb der untersuchten D. abgeben.

Man kann jedoch den Dampfverbrauch auch aus den mittels Indikatoren aufgenommenen Indikatordiagrammen berechnen. Ist beispielsweise in Fig. 583 *GCDEF* das Diagramm

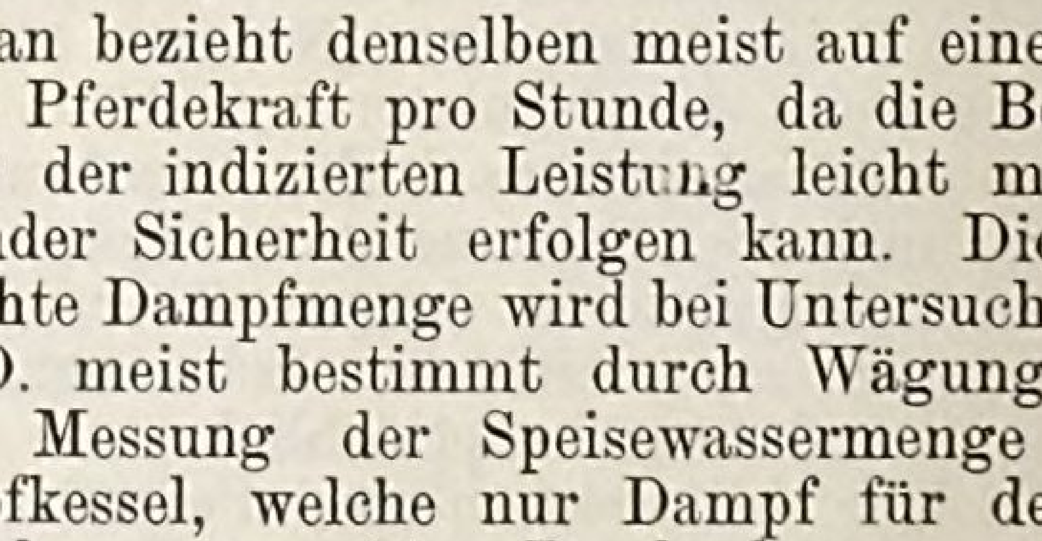


Fig. 583.

einer Eincylindermaschine, so verfährt man zur beiläufigen Berechnung des Dampfverbrauchs folgendermaßen (für genaue Rechnungen wird auf Prof. Hrabáks Hilfsbuch verwiesen)

...an wählt einen in der Expansionslinie gegen ...Hubende zu, aber noch vor der Voraus...römung gelegenen Punkt, z. B. L, bis zu ...lchem der Kolben einen Weg

$$IL = k \text{ cm}$$

...rückgelegt hat. Der bereits expandierte ...ampf nimmt im betrachteten Moment einen ...m k mal Kolbenfläche (F) in cm^2 + schäd...r Raum (sF) ein.

...Das Gewicht des hinter L eingeschlossenen ...mpfes in Kilogramm ist daher

$$\gamma . (k + s)\ F,$$

...nn mit γ das specifische Gewicht in Kilo...gramm pro Kubikcentimeter dieses Dampfes ...ezeichnet wird.

Pro Stunde berechnet sich das nützliche Dampfgewicht unter Voraussetzung stets gleicher Füllung vor und hinter dem Kolben mit:

$$Q = 2\, n . \gamma\, (k + s)\, F . 60 \text{ kg},$$

wenn die D. n Umdrehungen in der Minute macht. Dabei ist die Kompression beim Rückgang des Kolbens, die auf Verkleinerung des Dampfverbrauchs durch Verminderung des neu zu füllenden Teils des schädlichen Raums hinwirkt und etwa 3—4% beträgt, nicht berücksichtigt.

Bei Verbunddampfmaschinen kann man in ähnlicher Weise den Dampfverbrauch aus dem Diagramm des Hochdruckcylinders berechnen.

Behufs Bestimmung des gesamten Dampfverbrauchs kommen zu dem obberechneten nützlichen Dampfgewicht die Dampfverluste infolge der Abkühlung und Dampflässigkeit, ferner die für die Heizung erforderlichen Dampfmengen hinzu. Annähernd kann man die Dampfverluste pro Stunde nach der Formel

$$Q_1 = 4{,}5\, d \sqrt{p_1}$$

berechnen, worin d den Durchmesser des Dampfcylinders in Centimetern und p_1 den mittleren, für den Kolben wirksamen Dampfdruck in Kilogramm pro Quadratcentimeter bedeutet.

Dampfverbrauch pro 1 indizierte Pferdekraft und 1 Stunde:

Bei Eincylinderdampfmaschinen mit Kondensation rechnet man ungefähr 10—12 kg Dampf von 7 at Spannung;

bei Eincylinderdampfmaschinen mit Auspuff 12—15 kg Dampf von 7 at;

Es benötigen ferner annähernd:

ganz kleine Auspuffmaschinen 20—30 kg Dampf von etwa 5—6 at;

Verbunddampfmaschinen mit Auspuff $11^1/_2$ bis $13^1/_2$ kg Dampf von rund 6—8 at;

Verbunddampfmaschinen mit Kondensation $6^1/_2$—9 kg Dampf von rund 7—8 at;

Triplex-Expansionsdampfmaschinen mit Kondensation $5^1/_2$—$6^1/_2$ kg Dampf von circa 10 bis 11 at.

Mit der Größe der D. und der Höhe der Anfangsspannung des Dampfes sinkt im allgemeinen der Dampfverbrauch.

Speisewassermenge. Diese ist gleich dem gesamten Dampfverbrauch der D., erhöht um ungefähr 10% desselben, und zwar mit Rücksicht auf das aus dem Dampfkessel mechanisch mitgerissene Wasser und die etwa aus der Dampfleitung in die Cylinder gelangende Kondensationswassermenge.

Einspritzwassermenge für den Kondensator. Für die Kondensation durch Einspritzung benötigt man als Einspritzwassermenge ungefähr das 25—30fache Dampfverbrauchsgewicht, und zwar ausschließlich der Heizdämpfe, die nicht in den Kondensator gelangen.

Die Erwärmung dieses mit ungefähr 5—10° C. zufließenden Wassers soll dabei bis höchstens 30° C. erfolgen, um noch gute Luftleere im Kondensator zu erzielen. Läßt man das Wasser mit höherer Temperatur aus dem Kondensator treten, dann kommt man mit einer geringeren Menge aus, hingegen erhält man eine geringere Luftleere im Kondensator. Bei Oberflächenkondensatoren werden etwas größere Wassermengen benötigt.

Bei schwieriger und teurer Wasserbeschaffung kann die für die Kondensation erforderliche Wassermenge beispielsweise durch Kühlung des Auswurfswassers der Luftpumpe mittels Gradierwerken auf $^1/_5$—$^1/_{10}$ vermindert werden.

Berechnung der D.

Bezeichnet

N_e die Nutzleistung in Pferdestärken, welche die Maschine abgeben soll, und

p_0 die absolute Kesselspannung in Kilogramm pro Quadratcentimeter,

N_i die indizierte Leistung in Pferdestärken,

F die wirksame freie Kolbenfläche in Quadratcentimetern,

p_1 den mittleren Spannungsunterschied vor und hinter dem Kolben in Kilogramm pro Quadratcentimeter Kolbenfläche,

v die mittlere Kolbengeschwindigkeit in Metern pro Sekunde,

dann berechnet man die Leistung der D. in indizierten Pferdestärken ausgedrückt, nach der Gleichung

$$N_i = \frac{p_1\, F . v}{75} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots 1)$$

Aus dieser Gleichung kann, wenn N_i, p_1 und v auf Grund der in der Regel gegebenen Größen N_e und p_0 bestimmt wurden, die Kolbenfläche F und demnach auch der Durchmesser des Dampfcylinders d gefunden werden.

Die Bestimmung von N_i, p_1 und v aus N_e und p_0 erfolgt mit Zuhilfenahme von Tabellen, die von Prof. Hrabák u. a. mit umfassender Gründlichkeit aufgestellt wurden. Die Tabellenwerte beruhen teils auf theoretischen Entwicklungen, teils auf Erfahrungsresultaten an ausgeführten Maschinen.

Um p_1 zu bestimmen, hat man die Gleichung

$$p_1 = f p - f^1 p^1,$$

worin

p die mittlere absolute Spannung des Dampfes während der Einströmung in den Dampfcylinder,

p^1 die mittlere absolute Ausströmungsspannung,

f und f^1 Koefficienten für p und p^1 darstellen.

Wegen der in den Verbindungsrohren zwischen Kessel und Maschine stattfindenden Spannungsverluste muß die Cylindereintrittsspannung kleiner als die Kesselspannung sein, und man wählt deshalb für p einen von der Gattung der Maschine abhängigen Wert, z. B. bei gewöhnlichen Betriebsdampfmaschinen

$$p \lesseqgtr 0{,}9\, p_0 - 0{,}5.$$

Nach Hrabák kann man diesbezüglich annehmen:

a) bei D. ohne Expansion, also Regulierung der Geschwindigkeit durch Drosselung

$$p = 0{,}75\ p_0 \text{ bis } 0{,}85\ p_0;$$

b) bei D. mit von Hand zu regelnder Expansion, bei welchen also immer noch Drosselung des Dampfes, aber in minder hohem Grad vorkommt,

$$p = 0{,}8\ p_o \text{ bis } 0{,}9\ p_o;$$

c) bei D. mit selbstthätig veränderlicher Expansion, in denen also der Dampf gar nicht gedrosselt wird,

$$p = 0{,}9\ p_o \text{ bis } 0{,}95\ p_o.$$

Diesem p entspricht nun, wenn die Maschine wirtschaftlich vorteilhaft arbeiten soll, ein ganz bestimmter Füllungsgrad $\frac{h_1}{h}$, wo h_1 den während der Füllungsperiode zurückgelegten Kolbenweg, h aber den ganzen Kolbenhub darstellt.

Dieser Füllungsgrad wird bei gleichem p nach der Art der Konstruktion verschieden groß sein, insbesondere je nachdem Auspuff- oder Kondensationsmaschinen, Maschinen mit Coulissen- oder Expansionssteuerung, Cylinder mit oder ohne Dampfhemd in Frage kommen; er wird ferner auch von der Größe der Maschine, von der Art des Betriebs (ob derselbe ununterbrochen oder nur zeitweilig erfolgt) und auch noch durch anderweitige Verhältnisse beeinflußt. Die voraussichtlich günstigste Füllung nach Hrabák ist aus der Tabelle *A* (S. 915) zu entnehmen, wodurch die weiteren zur Bestimmung von p_1 dienenden Größen p^1, f und f^1 durch Tabelle *B* (S. 915) gegeben sind.

Die Größe v in Gleichung 1) wird mit Rücksicht auf N_ε und p nach einer der hierfür vorliegenden gebräuchlichen Angaben gewählt, und hat Hrabák hierfür ebenfalls eine Tabelle *C* (S. 916) aufgestellt.

Nun ist noch N_i zu bestimmen.

Es ist $N_i = \frac{N_\varepsilon}{\eta}$, worin η den Wirkungsgrad bedeutet. Letzterer Wert ist hauptsächlich von der Größe der Maschine und der Kolbengeschwindigkeit abhängig und kann, nach Hrabák, da N_ε und v bereits bekannt sind, einer Tabelle *D* (S. 916) entnommen werden.

Sind p_1, v und N_i bestimmt, so erhält man aus Gleichung 1)

$$F = \frac{75\ N_i}{p_1 . v} \ldots\ldots\ldots\ldots 2)$$

Wird zu der so erhaltenen Fläche ein Zuschlag von 1,5 bis 3% für den Kolbenstangenquerschnitt gegeben, so ergiebt sich

$$\frac{\pi\ d^2}{4} = 1{,}015\text{—}1{,}03\ F$$

woraus der Cylinderdurchmesser d in Centimeter gerechnet werden kann.

Zur Bestimmung des Hubes und der Umdrehungszahl dient die Gleichung

$$2\ n\ h = 60\ v \quad |\quad n\ h = 30\ v \ldots\ldots 3)$$

worin n die Umdrehungszahl pro Minute, h den Kolbenhub und v die mittlere Kolbengeschwindigkeit pro Sekunde bedeuten.

In Gleichung 3) ist v bereits bekannt und h wird so gewählt, daß das Verhältnis $\frac{h}{d}$ gewisse Grenzen nicht überschreitet (z. B. macht man bei Betriebsmaschinen $\frac{h}{d}$ im Mittel $= 2$) worauf die Umdrehungszahl n sich ergiebt mit:

$$n = \frac{30 . v}{h}$$

Soll die Nutzleistung einer vorhandenen D. für eine bestimmte Umdrehungszahl n bestimmt werden, so ist in diesem Fall gegeben: d, F, n, v, p und $\frac{h_1}{h}$.

Aus Gleichung 1)

$$N_i = \frac{p_1\ F\ v}{75}$$

erhält man mit Rücksicht auf $p_1 = p\,f - p^1 f^1$, wobei f, p^1, f^1 aus der Tabelle *B* entnommen wurden, die indizierte Leistung und hieraus mit Benutzung von Tabelle *D* die angenäherte Nutzleistung N_ε.

Am besten wird p_1 mit Hilfe eines von der Maschine abgenommenen Indikatordiagramms bestimmt. Die Ermittlung von p_1 aus dem Diagramm ist im Artikel Dampfarbeit gezeigt worden.

Bei Zwillingsmaschinen wird jedem Cylinder die halbe Arbeit zugewiesen, wonach die Größe der Dampfcylinder bestimmt wird.

Bei Woolf'schen und Verbundmaschinen erfolgt die Berechnung in nachstehender Weise:

Man nimmt der Erfahrung gemäß oder aus Tabellen die für eine bestimmte Maschinenleistung wirtschaftlich günstigste Gesamtexpansion, welche ε heißen möge. Es ist dies das Verhältnis zwischen dem Füllungsraum des Hochdruck- und dem ganzen Raum des Niederdruckcylinders, der schließlich ganz vom expandierten Dampf erfüllt ist.

Der Rauminhalt des Niederdruckcylinders wird nun so bestimmt, daß derselbe mit Hochdruckdampf gespeist, bei der Expansion ε dieses Dampfes die ganze verlangte Arbeit allein leisten würde.

Bei Annahme der Kesselspannung mit p_o at, einer Gesamtexpansion ε, einem schädlichen Raum im Niederdruckcylinder μ und Gegendruck p^1 wird der mittlere Druck wie bei Eincylinderdampfmaschinen berechnet:

$$p_1 = f\,p - f^1\,p^1,$$

wobei

$$p \gtreqless 0{,}9\ p_o - 0{,}5.$$

Daraus berechnet sich die Kolbenfläche des Niederdruckcylinders

$$F_n = \frac{75\ N_i}{p_1\ v},$$

wobei N_i und v wieder aus den Tabellen zu entnehmen sind. Aus F_n folgt der Durchmesser des Niederdruckcylinders

$$D = \sqrt{\frac{1{,}015\ F_n\ 4}{\pi}} = 2\sqrt{\frac{1{,}015\ F_n}{\pi}}$$

der Hub wird wie früher gerechnet aus:

$$h = \frac{30\ v}{n},$$

wenn die Umdrehungszahl gewählt wird, sonst im Verhältnis zum Durchmesser.

Der Rauminhalt des Hochdruckcylinders wird verschieden gewählt; seine Bestimmung erfolgt mit Rücksicht darauf, daß entweder

1. beide Cylinder gleiche Arbeit leisten, um möglichste Gleichmäßigkeit des Ganges zu erzielen,
2. die Beanspruchung aller Teile, insbesondere der Kurbelwelle möglichst gering ausfällt.

Dementsprechend kann nun durch Versuche

oder der Erfahrung gemäß, wenn man mit $\mathfrak{V}$ den Rauminhalt des Niederdruckcylinders und mit $\mathfrak{v}$ jenen des Hochdruckcylinders bezeichnet, ein Cylinderraumsverhältnis $\frac{\mathfrak{V}}{\mathfrak{v}} = \lambda$ bestimmt werden, welches, wie bereits erwähnt, sich in den Grenzen 2—5 bewegt. Nachdem man den Hub des Hochdruckcylinders gewöhnlich gleich dem des Niederdruckcylinders macht, ergiebt sich

$$\mathfrak{v} = F_h\,h = \frac{\mathfrak{V}}{\lambda}$$

worin F_h die Kolbenfläche des Hochdruckcylinders bezeichnet.

Also ist

$$F_h = \frac{\mathfrak{V}}{h.\lambda},$$

daraus der Durchmesser des Hochdruckcylinders

$$d = 2\sqrt{\frac{1{,}02\ F_h}{\pi}}.$$

Die Füllungsperiode h_1 im Hochdruckcylinder bestimmt man folgendermaßen:

Bezeichnet man den Füllungsraum im Hochdruckcylinder mit ü, dann ist

$$ü = \varepsilon\,\mathfrak{V} = F_h\,.h_1.$$

Also

$$h_1 = \frac{\varepsilon\,\mathfrak{V}}{F_h}.$$

Die Grenzen der Füllung im Niederdruckcylinder erscheinen bereits auf Seite 903 angegeben.

Die Berechnung der Leistung von im Betrieb stehenden zweifachen Expansionsdampfmaschinen erfolgt entweder in der angedeuteten Art durch Rückrechnung oder am besten mit Zuhilfenahme von an jedem Cylinder besonders aufzunehmenden Indikatordiagrammen.

Bei Mehrfach - Expansionsdampfmaschinen wird immer der letzte Niederdruckcylinder für die ganze Maschinenleistung bei angenommener Gesamtexpansion des Hochdruckdampfes gerechnet.

Diese Expansion wird nun der Erfahrung gemäß nach bestimmten Cylinderraumverhältnissen auf die einzelnen Cylinder verteilt.

Tabelle *A*.

Mittlere Werte ökonomisch vorteilhaftester Füllungen.

Die eingeklammerten Zahlen geben die zugehörigen Füllungen des kleinsten Dampfverbrauchs, als Grenzen der besten normalen Füllungen.

(Nach A. Káš.)

Absolute Einströmungsspannung p in Atmosph.	Auspuffmaschinen		Kondensationsmaschinen		
			Eincylindermaschinen		Zweicylindermaschinen
	mit Coulissensteuerung	mit Expansionssteuerung	ohne Hemd	mit Hemd	
$p = 4$	0,53—0,46 (0,46—0,42)	0,39—0,33 (0,30)	0,20—0,17 (0,13)	0,15—0,13 (0,09)	0,12—0,11 (0,10)
$p = 5$	0,46—0,39 (0,40—0,35)	0,33—0,28 (0,25)	0,17—0,15 (0,12)	0,13—0,11 (0,075)	0,10—0,09 (0,085)
$p = 6$	0,40—0,31 (0,33—0,27)	0,28—0,22 (0,19)	0,15—0,13 (0,11)	0,11—0,09 (0,06)	0,09—0,08 (0,07)
$p = 8$	0,34—0,27 (0,28—0,23)	0,22—0,17 (0,135)	0,14—0,12 (0,095)	0,09—0,08 (0,05)	0,07—0,06 (0,055)
$p = 10$	0,29—0,23 (0,24—0,22)	0,18—0,13 (0,10)	—	—	—

Tabelle *B*.

Werte der Spannungskoefficienten f und f^1 zur Ermittlung der indizierten Spannung $p_i = fp - f^1 p^1$.

a) Für Eincylindermaschinen.

Füllung $\frac{h_1}{h}$	mit Coulissensteuerung		mit Expansionssteuerung (ohne Kompression $f^1 = 1{,}024$)			
			Auspuff ($p^1 = 1{,}13$)		Kondensation ($p^1 = 0{,}21$)	
			ohne Hemd	mit Hemd	ohne Hemd	mit Hemd
	f	f^1	Werte von f			
0,8	0,937	1,004	0,950	0,954	—	—
0,6	0,839	1,055	0,875	0,883	0,867	0,883
0,5	0,773	1,095	0,816	0,827	0,807	0,827
0,4	0,693	1,146	0,740	0,753	0,731	0,753
0,3	0,593	1,206	0,643	0,658	0,633	0,658
0,20	0,468	1,270	0,517	0,535	0,508	0,535
0,15	0,391	1,275	0,440	0,460	0,432	0,460
0,10	—	—	0,351	0,373	0,344	0,373

Werte von f^1 bei Eincylindermaschinen mit Expansionssteuerung bei ansehnlicher Kompression des Vorderdampfes (bis nahe zur Gegendampfspannung)

Absolute Einströmungsspannung p	f^1 für Auspuff	f^1 für Kondensation
4	1,07	1,79
5	1,13	2,08
6	1,19	2,40
8	1,33	3,08
10	1,49	—

wenn für Auspuffmaschinen 5% und für Kondensationsmaschinen 2,5% für den schädlichen Raum angenommen werden.

b) Für Zweicylindermaschinen mit Doppelsteuerung mit Absperrung des Expansionscylinders.

Schädlicher Raum des Expansionscylinders mit 30% (höchstens) angenommen.

Füllung $\frac{h^1}{h}$ (reduz.)	Woolf-Maschinen ohne (geheizten) Aufnehmer		Aufnehmermaschinen (Woolf- und Verbund-)	
	beiläufiges Verhältnis v : V der Cylindervolumen			
	0,40	0,25	0,50	0,40
	Werte von f			
0,25	0,548	0,524	0,572	0,563
0,20	0,484	0,464	0,507	0,499
0,15	0,408	0,391	0,432	0,424
0,10	0,318	0,304	0,344	0,335
0,05	0,205	0,193	0,237	0,227

Für Kondensationsmaschinen ist auch hier $p^1 = 0{,}21$; und bei geringer Kompression $f^1\,p^1 = 0{,}22$.

Erfolgt die Kompression bis nahe zur Gegendruckspannung, dann ergeben sich folgende Durchschnittswerte für f^1 je nach der absoluten Einströmungsdampfspannung.

Absolute Einströmungsspannung	f^1
3	1,34
4	1,47
5	1,60
6	1,72
8	1,91
9	1,96

Tabelle *C*.

Gewöhnliche Kolbengeschwindigkeiten v (in Metern in 1 Sek.) (Nach Hrabák.)

N Pferdest.	Absolute Einströmungsspannung p in Atmosphären				
	3	4	6	8	10
3	0,89	0,99	1,13	1,24	1,35
10	1,02	1,14	1,31	1,43	1,56
20	1,13	1,24	1,42	1,55	1,67
40	1,25	1,37	1,55	1,69	1,82
70	1,42	1,52	1,68	1,82	1,95
100	1,51	1,62	1,78	1,92	2,05
200	1,70	1,84	2,05	2,18	2,31
300	1,81	1,96	2,20	2,35	2,50
400	1,90	2,06	2,31	2,47	2,63
1000	2,17	2,37	2,67	2,88	3,12

Verbesserungskoefficient für v bei außergewöhnlichem Hubverhältnis $\frac{h}{d}$.

$\frac{h}{d}$	Koefficient
0,5	0,57
0,75	0,67
1,00	0,75
1,5	0,90
2,0	1,0
2,5	1,1
3	1,2
4	1,3
5	1,4

Tabelle *D*.

Vorläufige Wirkungsgrade η nebst $\frac{1}{\eta}$ bei gewöhnlichen Füllungen.

$\frac{N_e}{v}$ Nutzpferdestärke für 1 m	Auspuffmaschinen			Kondensationsmaschinen Eincylinder-			Kondensationsmaschinen Zweicylinder-		
	$\frac{N_i}{v}$ ind. Pfst.	η	$\frac{1}{\eta}$	$\frac{N_i}{v}$ ind. Pfst.	η	$\frac{1}{\eta}$	$\frac{N_i}{v}$ ind. Pfst.	η	$\frac{1}{\eta}$
3	4,2	0,708	1,413	—	—	—	—	—	—
5	6,9	0,724	1,381	7,4	0,678	1,475	—	—	—
10	13,3	0,752	1,330	14,1	0,710	1,409	14,6	0,685	1,460
12	15,7	0,761	1,315	16,6	0,721	1,387	17,3	0,693	1,443
14	18,2	0,770	1,299	19,1	0,732	1,366	20,0	0,701	1,427
16	20,6	0,776	1,288	21,6	0,741	1,350	22,6	0,709	1,411
18	23,0	0,781	1,281	24,1	0,746	1,341	25,1	0,716	1,397
20	25,5	0,785	1,274	26,6	0,751	1,332	27,7	0,723	1,383
25	31,5	0,793	1,261	32,9	0,760	1,316	34,0	0,733	1,364
30	37,5	0,800	1,250	39,1	0,768	1,302	40,4	0,742	1,348
35	43,4	0,807	1,239	45,1	0,776	1,289	46,7	0,748	1,337
40	49,1	0,814	1,229	51,1	0,783	1,277	53,0	0,755	1,325
50	60,9	0,821	1,218	63,2	0,791	1,264	65,2	0,767	1,304
60	72,5	0,827	1,210	75,2	0,797	1,255	77,3	0,777	1,291
70	84,0	0,832	1,202	87,1	0,803	1,245	89,4	0,784	1,279
80	95,5	0,837	1,195	98,9	0,809	1,237	101,6	0,787	1,270
90	106,9	0,841	1,189	110,5	0,814	1,229	113,8	0,790	1,265
100	118	0,845	1,183	122	0,819	1,221	126	0,793	1,261
140	165	0,851	1,176	169	0,827	1,209	174	0,804	1,243
180	210	0,857	1,167	216	0,833	1,200	222	0,810	1,235
200	233	0,860	1,163	239	0,836	1,196	246	0,812	1,232
300	346	0,868	1,152	354	0,848	1,179	367	0,818	1,223
500	574	0,877	1,140	583	0,858	1,166	604	0,828	1,208

Litteratur: Radinger, Dampfmaschinen mit hoher Kolbengeschwindigkeit, Wien 1872; Ausstellungsberichte: Wien 1873, Philadelphia 1876; Grashof, Theoretische Maschinenlehre, Leipzig 1877 und 1886; Hrabák, Die Dampfmaschinenberechnung, Prag 1877; Hrabák, Hilfsbuch für Dampfmaschinentechniker, Berlin 1883; Blaha, Die Steuerungen der Dampfmaschinen, Berlin 1878; Karmarsch und Heeren, Technisches Wörterbuch, Prag 1878; Uhland, Corliss- und Ventilmaschinen, Leipzig 1878; Uhland, Handbuch für den praktischen Maschinenkonstrukteur, Bd. II und Supplementband, Leipzig 1879; Uhland, Woolf'sche und Compoundmaschinen, Leipzig 1882; Busley C., Die Schiffsmaschine, Kiel 1886; Reiche, Der Dampfmaschinenkonstrukteur, Aachen 1886; Rühlmann, Maschinenlehre, Leipzig 1888; Weisbach-Herrmann, Mechanik der Umtriebsmaschinen, Braunschweig 1883—1887; Civilingenieur, Zeitschrift d. Ver. deutscher Ing., Bulletin de la société industrielle de Mulhouse, Dinglers polytechn. Journ.

Spitzner u. Spängler.

Dampfpfeife (*Steam-whistle*; *Sifflet*, m., *à vapeur*), die gewöhnlich am Stehkessel der Lokomotive, und bei gedecktem Führerstand oberhalb des Daches desselben angebrachte, mit Dampf zu bethätigende Pfeife, welche dazu dient, um von der Lokomotive aus Signale geben zu können. Der Handgriff, mit welchem die Pfeife zum Ertönen gebracht wird, muß für den Lokomotivführer leicht erreichbar sein.

Die D. ist aus Rotmetall und Messingguß hergestellt und besteht im wesentlichen aus vier Teilen, und zwar: 1. dem Unterteil (Untersatz) mit dem Ventilsitz oder Hahngehäus, 2. dem Mittelstück, 3. der Glocke und 4. dem Ventil oder Hahn.

Der obere Teil des Untersatzes ist becherartig geformt; in der Ebene des Oberrands desselben liegt konzentrisch die im Durchmesser um 1—3 mm kleinere Scheibe des Mittelstücks, wodurch eine ringförmige Spalte von $^1/_2$—$1^1/_2$ mm Weite gebildet wird.

In der Projektion des Rands der genannten Scheibe befindet sich oberhalb derselben in einem Abstand von 10—20 mm der Innenrand der abgeschärften Glocke. Die Verbindung der Pfeife mit dem Dampfraum des Kessels wird am besten mittels eines geschmiedeten, gebohrten Rohrs hergestellt.

Nach Öffnen des Hahns oder Ventils strömt Dampf in den Becher des Untersatzes und durch die ringförmige Spalte (zwischen Scheibe und Untersatzrand) gegen den Unterrand der Glocke, wodurch sowohl die Glocke, als die in derselben befindliche Luft in Schwingungen versetzt und der Ton erzeugt wird.

Die Tonfarbe ist von der Spannung und Menge des ausströmenden Dampfes, der Form, Größe und Stärke der Glocke, und von dem Höhenabstand des Glockenrands über der ringförmigen Spalte des Unterteils abhängig.

Zur Erzielung möglichst reiner Töne und zur Vermeidung von Obertönen empfiehlt es sich, die Kappe der Glocke kugelförmig auszubauchen und den einströmenden Dampf nicht zu drosseln.

Der Umstand, daß der Ton verändert wird, wenn die Entfernung zwischen Glockenunterrand und Spalte verschieden groß ist, führte zur Herstellung von Pfeifen mit verschiebbaren Glocken, um bei verschiedener Stellung der Glocke höhere oder tiefere Töne hervorbringen zu können und auf diese Weise eine größere Anzahl Signalkombinationen zu ermöglichen.

Zu dem gleichen Zweck wurden auch zwei verschieden tönende Pfeifen an einer Lokomotive angebracht. Pfeifen mit verhältnismäßig langer Glocke geben ähnliche Töne wie die Mundhörner; derlei Pfeifen sind unter dem Namen Dampfhörner bekannt. Um gleichförmig lange und kurze Pfiffe sicher abgeben zu können, wurden Pfeifen mit besonders eingerichteten Dampfeinströmungen hergestellt, bei welchen nach Umlegen des Einströmungshebels nach einer Richtung ein langgezogener Ton, und bei Umlegen des Hebels nach der anderen Richtung mehrere kurze, rasch aufeinander folgende Töne selbstthätig hervorgebracht werden (Bender'sche Dampfpfeife).

Das Ventilgestänge der D. ist zumeist derart ausgeführt, daß es mit der Zugsleine in Verbindung gebracht werden kann, um durch Anziehen der Leine das Pfeifenventil öffnen zu können. Diese Einrichtung dient als Zugsinterkommunikationssignal, indem die mit der Pfeifenstange verbundene Zugsleine derart an den Wagen fortgeführt ist, daß sie von den Bremsersitzen und von den Wagenfenstern aus erreicht und angezogen werden kann.

In Fig. 584 ist eine Normaldampfpfeife der österreichischen Staatsbahnen und in Fig. 585 eine solche der preußischen Staatsbahnen dargestellt.

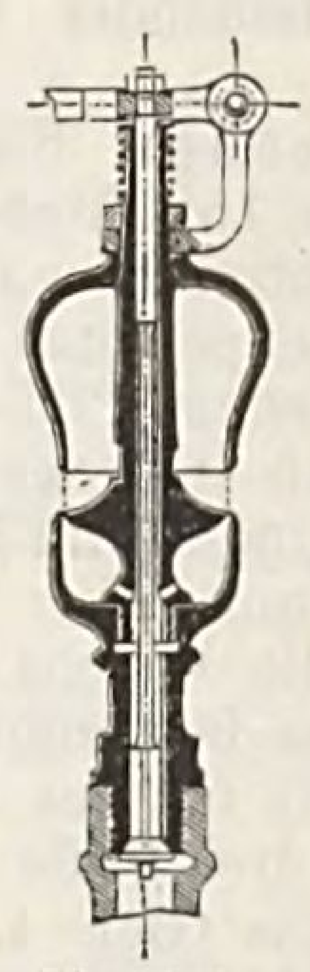


Fig. 584.

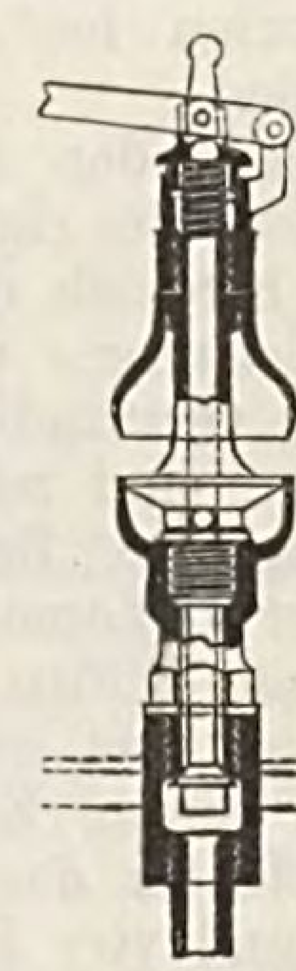


Fig. 585.

Nach einer ministeriellen Vorschrift für die kgl. preußischen Staatsbahnen sollen die Tenderlokomotiven, welche nur kurze Züge zu befördern haben, kleine Pfeifen mit geringer Tonstärke erhalten. Dagegen sollen die Lokomotiven mit besonderem Tender für Personenzüge künftig mit zwei D., einer kleinen mit geringer Tonstärke und einer größeren von mittelhoher Tonlage, die Lokomotiven für Güterzüge ebenfalls mit zwei Pfeifen, einer kleinen und einer zweiten größeren von tiefer Tonlage ausgerüstet werden. Die kleineren Pfeifen sind dabei künftig ausschließlich beim Verschubdienst zu verwenden, während die größeren Pfeifen nur zum Geben weithin hörbarer Signale benutzt werden dürfen.

Die französischen Bahnen verwenden vielfach zweierlei D., und zwar für Güterzugslokomotiven solche mit tiefem Ton, für Personenzugsmaschinen dagegen solche mit hohem Ton.

Nach den Vorschriften der Technischen Vereinbarungen des V. D. E.-V. (§ 101) muß jede Lokomotive mit einer Dampfpfeife versehen sein.

Die mit den Dampfpfeifen zu gebenden Signale sind durch die Signalvorschriften bestimmt; nachstehend sollen die in einigen Staaten festgesetzten Dampfpfeifensignale angeführt werden, und zwar:

a) Nach der Signalordnung für die Eisenbahnen Deutschlands:

„Achtung", ein mäßig langer Pfiff;

„Bremsen anziehen", drei kurze Pfiffe, schnell hintereinander;

„Bremsen loslassen", zwei mäßig lange Pfiffe, schnell hintereinander.

b) Nach der Signalordnung für Österreich-Ungarn:

„Achtung", ein mäßig langer Pfiff;

„Bremsen fest", mehrere kurze Pfiffe, schnell hintereinander;

„Bremsen los", ein langer Pfiff, dem zwei kurze folgen;

„Ruf zur Herbeiziehung des Personals", mehrere gedehnte, abwechselnd hohe und niedere Töne;

„Weiterfahrt eines auf der Strecke angehaltenen Personenzugs", das Signal „Achtung" als Aufforderung zum Einsteigen, sodann dasselbe Signal dreimal wiederholt, als Zeichen der Abfahrt.

c) Nach dem allgemeinen Reglement über den Signaldienst auf den schweizerischen Normalbahnen vom 1. Juli 1886 werden mit der D. folgende Signale gegeben: 1. das Achtungssignal, ein Ton mit der D.; 2. „Bremsen fest", drei aufeinander folgende kurze Töne; 3. „Bremsen los", zwei aufeinander folgende kurze Töne.

d) Nach der französischen Signalordnung (Code des signaux) vom 15. Oktober 1887, Art. 28, hat sich der Lokomotivführer mit dem Zugsbegleitungs- und Streckenpersonal mittels der D. zu verständigen. Ein langer Pfiff gebietet „Achtung" und zeigt an, daß sich der Zug in Bewegung setze. Bei Abzweigungen und Weichen frägt der Lokomotivführer mit einer Anzahl von langen Pfiffen an, ob die Weiche richtig gestellt ist und er somit das bestimmte Gleis befahren könne. Ein Pfiff gilt für das Gleis 1, zwei Pfiffe für das Gleis 2, drei Pfiffe für das Gleis 3 und vier Pfiffe für das Gleis 4.

Zwei kurze und schnell hintereinander ertönende Pfiffe heißen „Bremsen anziehen", ein kurzer Pfiff „Bremsen loslassen".

e) Auf den englischen Bahnen hat der Lokomotivführer, abgesehen von den Bremssignalen (s. d.), in folgenden Fällen Dampfpfeifensignale zu geben:

1. bei Annäherung an eine Abzweigung, jedoch nur für den Fall, als der Lokomotivführer nicht die richtigen Signale für seine Weiterfahrt niedergelassen findet;

2. wenn der Lokomotivführer an dem Gleis für die der Richtung seines Zugs entgegengesetzte Fahrrichtung etwas ungehöriges wahrnimmt; hierbei hat er jedem ihm begegnenden Zug und jeder Lokomotive das Dampfpfeifensignal (Gefahrsignal) zu geben;

3. beim Einfahren in einen Tunnel;

4. wenn er einen Zug auf dem anderen Gleis durch Dampf oder Rauch verdeckt stehen sieht.

Auf Sekundär- und Straßenbahnen hat man neben der D. gewöhnlich noch eine Signalglocke, zuweilen auch besondere Läutewerke (s. Signalglocken, Dampfläutewerke, Läutewerke). Schützenhofer.

Dampfpfeifensignale, s. Zugsignale.

Dampframme, s. Ramme.

Dampfregulator, eine mittels Handhebel stellbare Vorrichtung, welche den Zufluß des Dampfes vom Kessel in den Schieberkasten des Dampfcylinders zu regulieren, bezw. abzusperren gestattet.

Man unterscheidet zwei Hauptarten von D., und zwar Ventilregulatoren und Schieberregulatoren.

Die ersteren wurden zwar vereinzelt ausgeführt, fanden aber wegen der ihnen anhaftenden Mängel auf dem Kontinent keine Verbreitung. Ventilregulatoren mit Doppelsitzventilen stehen noch bei nordamerikanischen und englischen Lokomotiven in Gebrauch.

Die Schieberregulatoren dagegen haben allgemeine Anwendung gefunden.

Über deren Konstruktion s. Dampfschieber.

Dampfrohrverbindungen, s. Beheizung der Eisenbahnwagen, Beheizung von Gebäuden, Dampfleitungsrohre, Rohrleitungen.

Dampfsammeln, jene Maßnahmen, welche getroffen werden, wenn infolge von Wind, ungenügender Adhäsion (s. d.), Wasserwerfen des Kessels, Gebrechen an der Maschine u. s. w. Dampfmangel (s. d.) eintritt, also zeitweise mehr Dampf verbraucht wird, als der Kessel zu erzeugen imstande ist. Wenn hierbei wegen Sinkens des Kesselwasserstands Wasser gespeist wird, und der Wasserspiegel dennoch stetig sinkt, so daß der zu niedrige Wasserstand über der Feuerbüchsdecke gefahrdrohend wird, muß entweder durch langsames Fahren, Zugteilung oder Anhalten des Zugs das D. bewirkt, bezw. der Wasserspiegel und der Dampfdruck wieder auf die normale Höhe gebracht werden.

Dampfsammelrohre sind die in den Dampfkesseln angeordneten Rohre, durch welche Dampf aus dem Dampfraum in den Dom (s. Dampfdom) geleitet wird. Bei starkem Dampfverbrauch muß in den Dampfkesseln eine entsprechend rasche Dampfbildung erfolgen. Dabei findet unter Umständen ein heftiges Aufsteigen von Dampfblasen statt, durch welche Wassertropfen in die Höhe gespritzt und vom Dampf mitgeführt werden. Hierbei kommt es vor, daß nicht nur reiner Dampf, sondern auch Kesselwasser durch die Regulatoröffnung den Dampfcylindern, bezw. dem Schornstein zugeführt wird und auf diese Weise mehrfache Nachteile entstehen. Ein Teil der in dem mitgerissenen Kesselwasser enthaltenen Wärme geht nämlich nutzlos verloren, indem dasselbe mit ziemlich hoher Temperatur aus dem Schornstein ausgeworfen wird, wobei außerdem noch Beschmutzungen der Eisenbahnfahrzeuge und der neben dem Gleis befindlichen Anlagen erfolgen (s. Spucken, Wasserwerfen des Kessels). Der Teil des Kesselwassers, welcher in den Schieberkasten oder den Dampfcylindern verdampft, bringt Kesselstein auf die Schieberflächen oder in die Dampfcylinder und verursacht dadurch eine vermehrte Abnutzung der gleitenden Flächen.

Bei regelmäßiger Dampfentnahme auf der Fahrt hat man im allgemeinen um so weniger ein Mitreißen von Wasser zu besorgen, je gleichmäßiger der Druck im Dampfraum ist. Bei der intermittierenden Einströmung des Dampfes in

die Dampfcylinder trägt ein geringes Öffnen des Regulatorschiebers zur Verminderung des Wasserentreißens bei, weil dadurch die Druckschwankungen in den Einströmungsrohren und den Schieberkasten vergrößert, in dem Dampfraum aber vermindert werden. Allein eine solche Drosselung des Dampfes durch den Regulator vermindert auch den Wirkungsgrad der Lokomotive, und muß man deshalb das Mitreißen von Kesselwasser durch andere Mittel zu verhüten suchen.

So wichtig diese Frage ist, so ist darin doch seit langer Zeit sehr wenig zur Verbesserung der Lokomotiven geschehen. Im Jahr 1868 wurde in der in München abgehaltenen Technikerversammlung des V. D. E.-V. die Frage verhandelt:

„Welcher kleinste lichte Abstand von der Decke des Feuerkastens zum äußeren Kessel hat sich bei nicht überhöhten Kesseln als noch zulässig bewährt, und welche Anordnung der Dampfentnahmeröhren ist die zweckmäßigste?"

Das Ergebnis der Beratung war, daß dieser kleinste lichte Abstand mindestens 420 mm, wenn sich der Dom auf dem Langkessel befindet, und daß er mindestens 380 mm betragen solle, wenn der Dom sich über der Feuerkiste befindet. Über die zweckmäßigste Anordnung der D. geben diese Verhandlungen keinen Aufschluß.

Wenn seit jener Zeit in dieser Angelegenheit wenig geschehen ist, obgleich beim starken Arbeiten mancher Lokomotiven das Mitreißen von Wasser oftmals beträchtlich ist, so liegt das zum Teil wohl mit darin, daß es nicht ganz einfach ist, die Menge des mitgerissenen Kesselwassers genau zu bestimmen, und daß deshalb die Mängel mancher Konstruktionen nicht offen zu Tage getreten sind. Bei Versuchen mit Lokomobilen hat man wohl nach einem von Brauer angegebenen Verfahren dem Speisewasser eine gewisse Salzmenge zugesetzt, welche unverändert im Kessel verbleiben muß, solange reiner Dampf daraus entweicht, und welche nur durch mitgerissenes Kesselwasser vermindert werden kann; aus der Abnahme des Salzgehalts im Kessel bei gleicher Füllung hat man dann auf die Menge des mitgerissenen Kesselwassers geschlossen; auf Lokomotiven scheint aber dieses Verfahren noch wenig Anwendung gefunden zu haben (s. Dampf; Carios Verfahren zur Bestimmung des im Wasser enthaltenen Dampfes). Diejenige Anordnung zur Verhütung des Mitreißens von Kesselwasser, welche wohl am häufigsten ausgeführt wird, besteht darin, Fig. 586, daß der über dem Langkessel befindliche Dom durch eine Blechplatte *b* abgeschlossen ist, durch welche neben dem Regulatorrohr *r* noch ein Kupferrohr *k* senkrecht in den Dom eintritt. Dasselbe ist unter einem rechten Winkel gebogen und in seinem wagerechten Teil, welcher ziemlich nahe unter der Decke des Langkessels liegt, mit länglichen Schlitzen versehen, die den Zweck haben, die Dampfentnahme über den Dampfraum zu verteilen und dadurch ein zu starkes Aufwallen unter dem Dom zu verhindern. Das Ende des wagerechten Teils ist geschlossen, während das Ende des senkrechten Teils durch eine hohle Halbkugel überdeckt ist, welche den Dampf, sowie das mitgerissene Wasser abwärts werfen, zugleich aber eine Trennung beider bewirken soll. In der Blechplatte *b* müssen sodann Öffnungen sein, groß genug, um das in den Dom gelangte Wasser abfließen zu lassen.

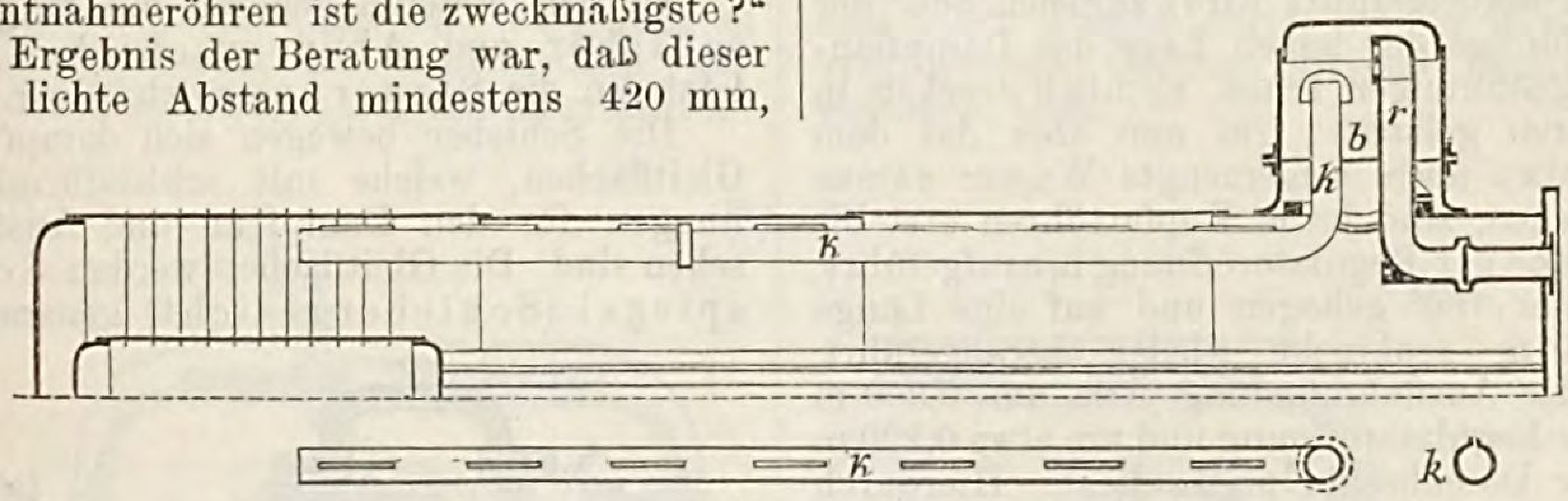


Fig. 586.

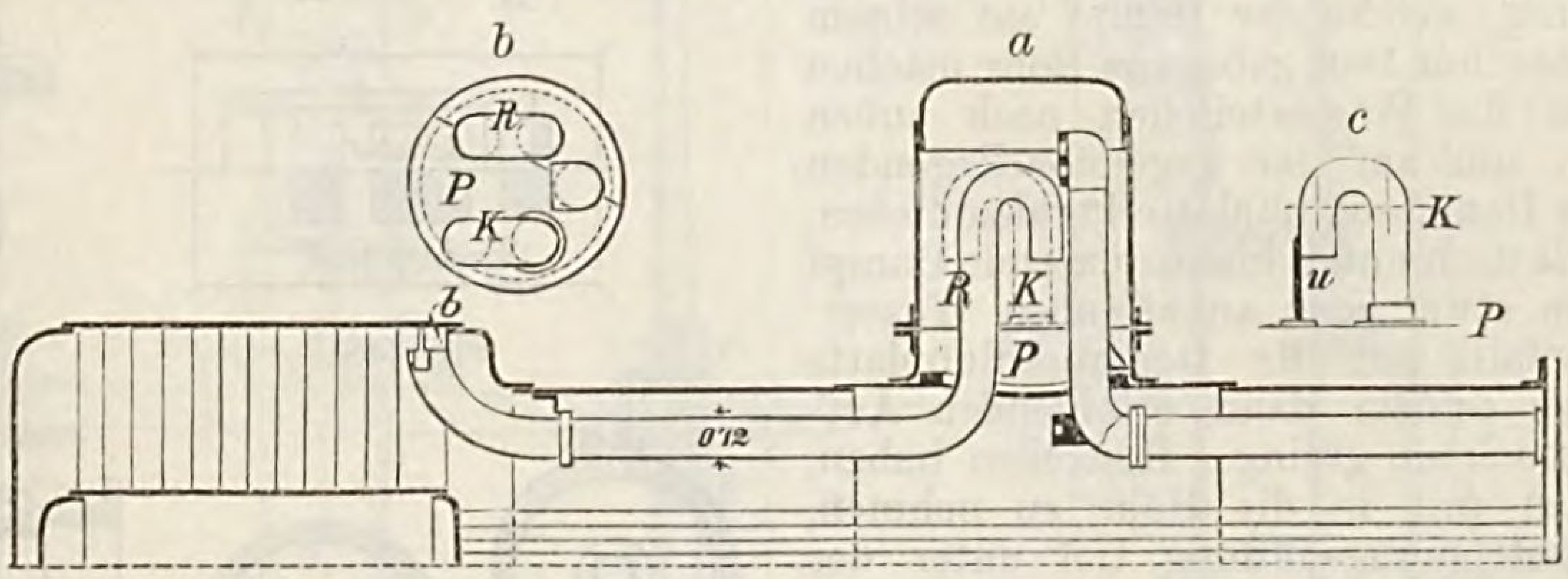


Fig. 587.

Weil aber die Unterkante der Kugelfläche sehr nahe der Regulatoröffnung und deshalb die Geschwindigkeit des nach dem Regulator strömenden Dampfes hier sehr groß ist, so ist zu befürchten, daß ein nicht geringer Teil dieses Wassers mit in den Regulator gerissen werde.

Im nachstehenden soll eine Konstruktion besprochen werden, welche nach der Angabe des Verfassers zuerst versuchsweise bei einer kleinen Anzahl Lokomotiven der westfälischen Bahn ausgeführt, und, nachdem sie sich dort bewährt hatte, in den Jahren 1872—1874 bei etwa 220 Lokomotiven der elsaß-lothringischen Bahnen ebenfalls mit sehr gutem Erfolg zur Ausführung gelangt ist.

Diese Konstruktion wurde in Elsaß-Lothringen bei Lokomotiven für Güterzüge, Personenzüge, gemischte Züge und Rangierzüge angebracht, deren Kessel sämtlich flache, aber überhöhte Feuerkistenmäntel erhielten. Zur

Erzielung eines möglichst trockenen Dampfes ist auf die Anwendung eines geschlitzten Rohrs verzichtet, weil dabei die Dampfentnahme verhältnismäßig nahe über dem Wasserspiegel erfolgen muß. Vielmehr ist ein nur an den Enden offenes Kupferrohr *R*, Fig. 587 benutzt, dessen hinteres Ende sich dem überhöhten Feuerkistenmantel bis auf etwa 0,04 m nähert, um den Dampf in möglichst großer Höhe über dem Wasserspiegel auffangen zu können, dessen vorderer Teil aber durch eine im Dom befindliche Abschlußplatte *P* in den Dom hineintritt. Ein zweites, ebenfalls an beiden Enden offenes Kupferrohr *K* beginnt erst auf dieser Domabschlußplatte.

Die Dampfaufnahme durch die Kupferröhren erfolgt hier zum Teil etwa über der hinteren Rohrwand, zum Teil in der Mitte des Langkessels oder bei den Rangierlokomotiven vorne auf dem Langkessel, wodurch in allen Fällen eine gute Verteilung des sich bildenden Dampfes herbeigeführt wird, zugleich aber der Dampf infolge der hohen Lage der Dampfeinströmungsöffnungen schon ziemlich trocken in die Röhren gelangt. Um nun aber das dem Dampf etwa noch beigemengte Wasser daraus zu entfernen, sind beide Kupferröhren erst bis in die Nähe der Regulatoröffnung hinaufgeführt, dann unter 180° gebogen und auf eine Länge von 0,20 m senkrecht wieder herabgeführt, so daß die Ausflußmündung etwa um 0,350 m unter der Regulatoröffnung und um etwa 0,220 m über der Domabschlußplatte liegt. Hierdurch werden verschiedene Vorteile erreicht. Infolge der Krümmung, welche der Dampf auf seinem Weg durch das um 180° gebogene Rohr machen muß, werden die Wasserteilchen nach außen geschleudert, um auf der gegenüberliegenden Seite auf die Domabschlußplatte herabzufließen. Der gleichfalls nach unten hinausblasende Dampf wirft die ihm etwa noch anhaftenden Wasserteilchen ebenfalls auf die Domabschlußplatte und kann bei seinem dann erfolgenden Aufsteigen nur noch ein geringes Bestreben haben, Wasserteilchen mit in die Höhe zu nehmen, weil die Ausströmungsöffnung tief unter der Regulatoröffnung liegt und hier fast der ganze Domquerschnitt zum Aufsteigen des Dampfes zur Verfügung steht, seine aufwärts gerichtete Geschwindigkeit somit nur eine geringe sein kann. Die Domabschlußplatte ist mit einem Kranz von Löchern von 0,01 m Durchmesser versehen, um das aufgefangene Wasser wieder in den Kessel zurückfließen zu lassen.

Damit nicht durch unvorsichtiges Montieren das hintere Ende des Kupferrohrs *R* dem Feuerkistenmantel zu nahe kommen kann, ist dasselbe mit einem eisernen Bügel *b* versehen. Auch sind die umgebogenen Rohrenden beider Röhren *R* und *K* durch je einen schmiedeeisernen Fuß *u* mit der Domabschlußplatte verbunden.

Diese D. haben bei den Lokomotiven für Personenzüge, Güterzüge und gemischte Züge einen Durchmesser von 0,12 m, bei den Rangierlokomotiven einen solchen von 0,106 m.

Frank.

Dampfsammler, der zuweilen bei Stabilanlagen, und zwar in der Regel zwischen dem Kessel und den Dampfleitungsrohren eingeschaltete Zwischenkessel. Derselbe dient zur möglichsten Verhinderung des Überreißens von Kesselwasser in die Dampfleitungsrohre, insbesondere in jenen Fällen, in welchen die Dampfentnahme aus dem Kessel der Menge nach sehr veränderlich ist oder der Zeit nach rasch wechselt. Die Geschwindigkeit des Dampfes beim Überströmen aus dem Kessel in den D. wird durch die Wirkung desselben von dem Wechsel in der Dampfentnahme weniger beeinflußt, daher gleichmäßiger. Der D. wirkt ähnlich wie ein Windkessel und muß derart gebaut sein, daß er dem Dampfdruck ebenso wie der eigentliche Dampfkessel widersteht.

Wehrenfennig.

Dampfschiebebühne, eine mit Dampf betriebene Schiebebühne (s. d.).

Dampfschieber (*Distributing, slide-valves*, pl., *Steam-distributors*, pl.; *Tiroirs*, m. pl., *régulateurs, distributeurs*, m. pl., *de la vapeur*) sind Abschluß- oder Reguliervorrichtungen an Dampfleitungen, bezw. Dampfverteilungs-, Steuerungsorgane an Dampfmaschinen.

Zu den ersteren gehören die Regulatorschieber und Absperrschieber, zu den letzteren die Steuerungsschieber.

Die Schieber bewegen sich dampfdicht auf Gleitflächen, welche mit schlitzförmigen Öffnungen für den Dampfein- und Austritt versehen sind. Die Gleitflächen werden Schieberspiegel (Schiebergesicht) genannt.

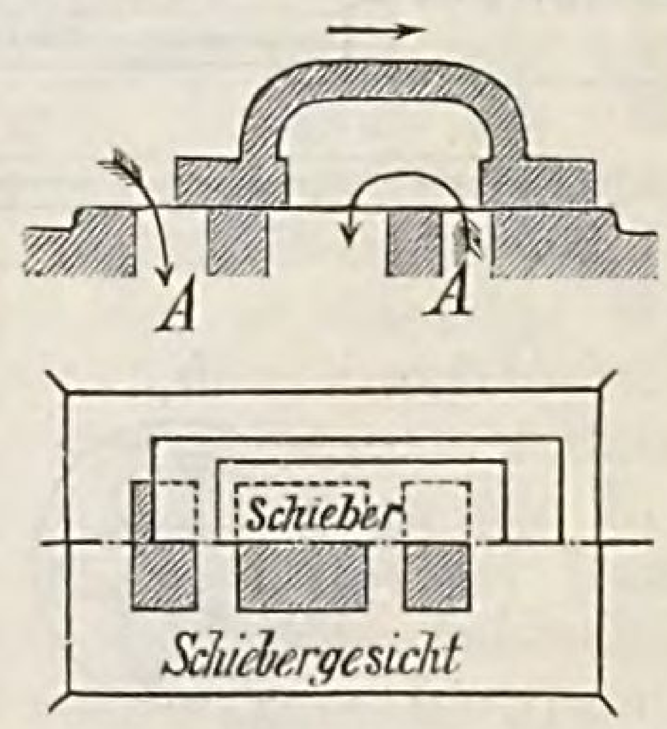


Fig. 588.

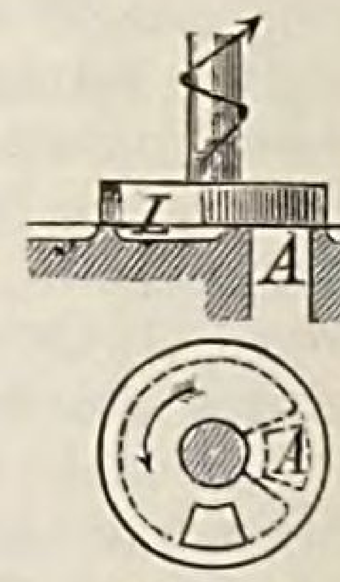


Fig. 589.



Fig. 590.



Fig. 591.

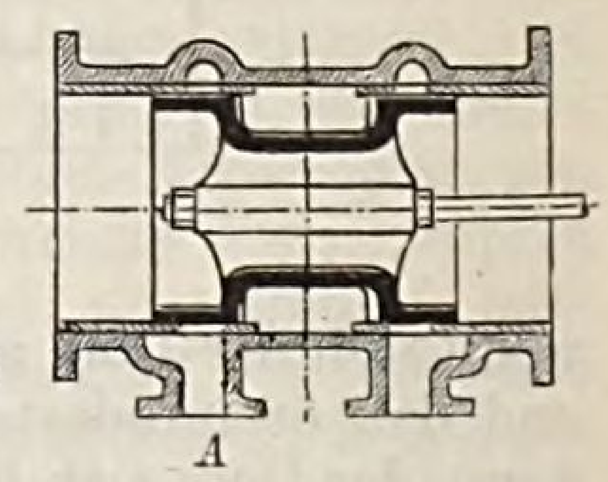


Fig. 592.

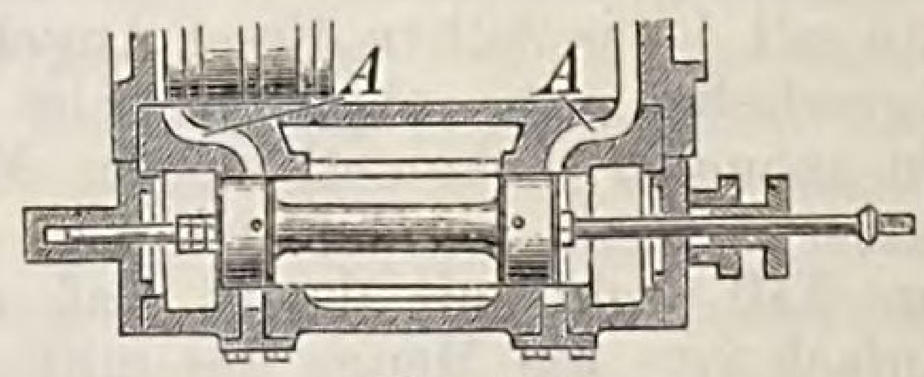


Fig. 593.

Je nach der Form der Gleitfläche unterscheidet man Flachschieber (Fig. 588, 589) und cylindrische Schieber (Fig. 590, 591, 592, 593). Die Absperrung, der Durchlaß, bezw. die Verteilung des Dampfs erfolgt bei beiden Schiebergattungen entweder durch geradliniges Hin- und Hergleiten der Schieber auf dem Schiebergesicht (geradegeführte Schieber), wie in den Fig. 588, 592 und 593, oder durch Drehbewegung (Drehschieber), wie in den Fig. 589, 590 und 591, wobei durch die abschließenden

Kanten des Schiebers die Dampfeinlaßkanäle *A* geöffnet oder geschlossen werden.

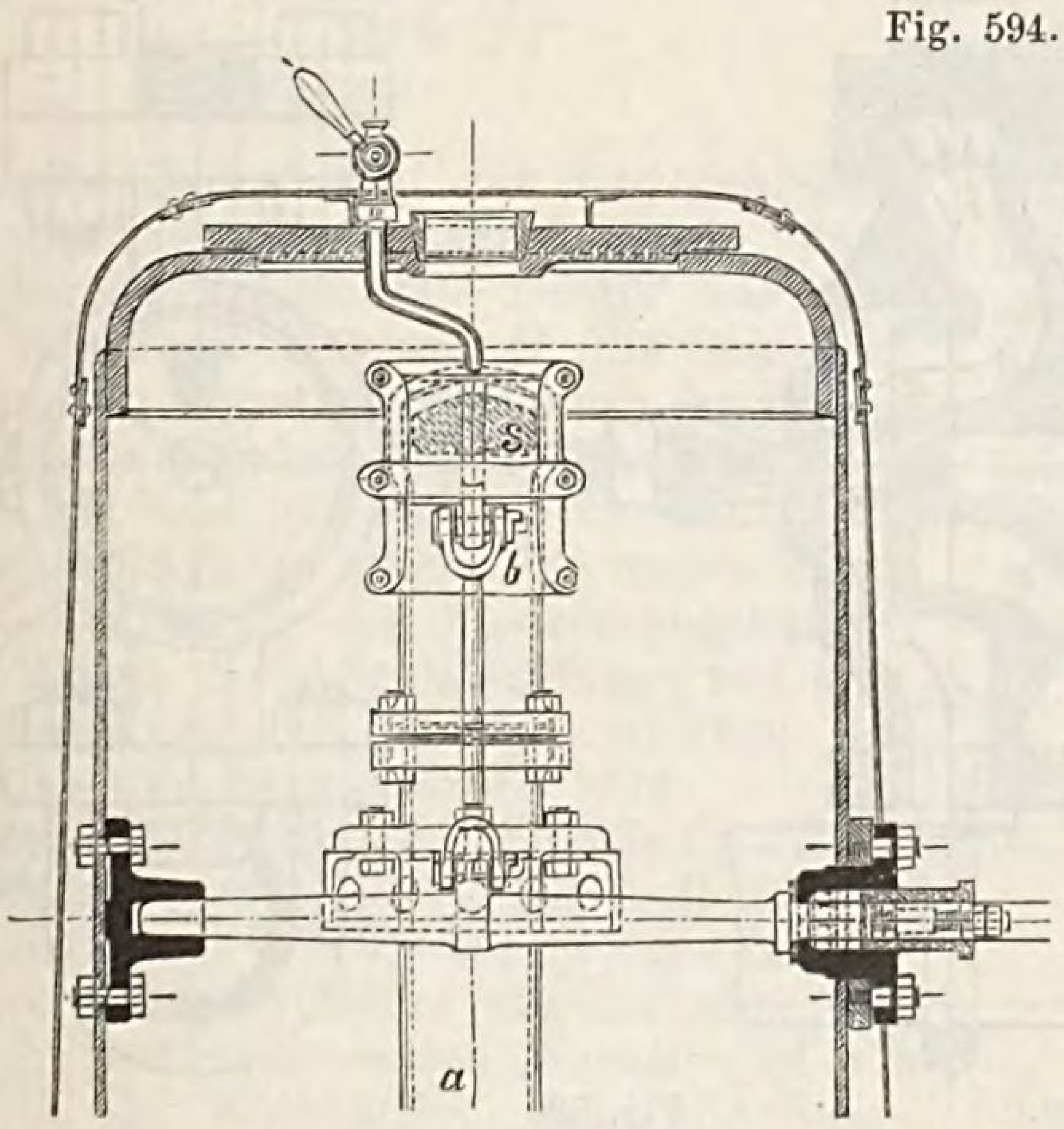
Um die Ingangsetzung der Abschlußschieber zu erleichtern, werden dieselben an den Gleitflächen zumeist so geformt, daß sie nicht ihrer ganzen Fläche nach stetig aufliegen, sondern von unten her einen entsprechenden Gegendruck erhalten, der die Belastung derselben vermindert (s. Fig. 589, 590, in welchen *L* die Hohlräume unter den Schieberflächen darstellen), oder man verwendet sogenannte Voreilschieber oder eigentliche Entlastungsschieber.

Bei Anordnungen nach den Fig. 588, 589, 590 wird der Schieber durch den Dampfdruck je nach der Größe der Schiebergrundfläche angepreßt.

Bei Anordnungen nach den Fig. 591, 592, 593 dagegen findet eine vollkommene Entlastung, daher auch eine geringere Abnutzung statt, weil die gleichmäßig liegenden Flächen des Schiebers gleichen Dampfdruck erleiden.

Bei großen nach Fig. 593 ausgeführten Kolbenschiebern wird der auftretenden Abnutzung durch federnde, auswechselbare Kolbenringe begegnet. Die Kolbenschieber widerstehen, da sie sich vom Schieberspiegel nicht abheben, großen Dampfkompressionen, doch werden die schädlichen Räume durch dieselben vergrößert. Lotrecht angeordnete Kolbenschieber sind wegen ihrer geringeren Abnutzung liegenden vorzuziehen. (Bei Lokomotiven sind Kolbenschieber selten in Verwendung.)

Fig. 594.



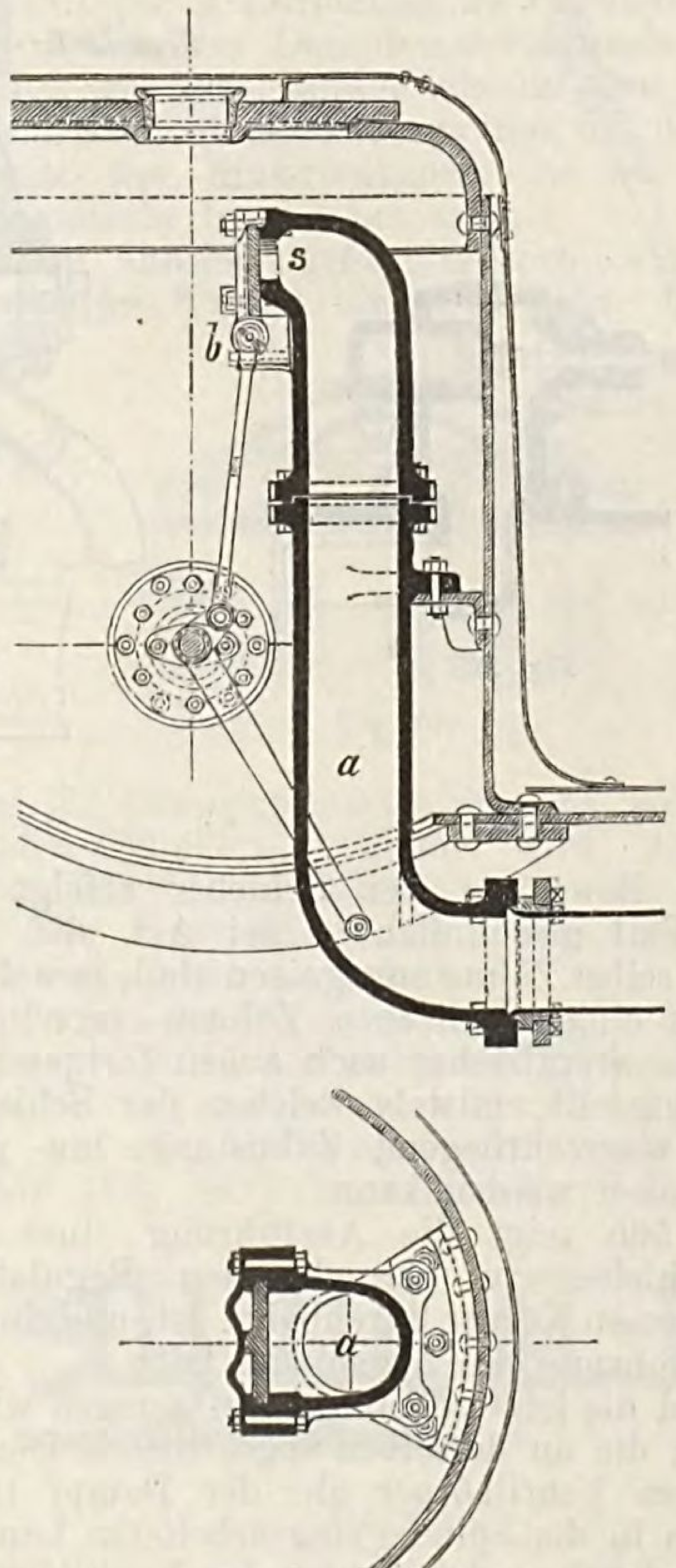


Fig. 592 zeigt ebenfalls einen solchen cylindrischen, kolbenartig gebildeten Schieber.

Regulatorschieber.

Bei den meisten deutschen und österr. Lokomotiven liegen die Regulatorschieber im Kessel, und zwar größtenteils in einem besonderen, vorn auf dem Langkessel angebrachten Dampfdom.

Die Größe des bei völlig geöffnetem Dampfregulator freigegebenen Querschnitts liegt in den durch die Konstruktion bedingten Grenzen, jedoch ist Sorge zu tragen, daß nicht etwa durch zu geringe Bemessung desselben die Widerstände beim Überströmen des Dampfes unnütz gesteigert werden.

Bezüglich Herstellung und Anordnung der Regulierschieber hat man auf vollkommen dampfdichten Abschluß, sowie möglichst leichte und rasche Bewegung zu achten und den Schieber derart entfernt vom Wasserspiegel anzubringen, daß ein Überreißen von Wasserteilchen möglichst vermieden wird.

Es empfiehlt sich, die Dampfleitung von dem Dampfregulator nach dem Schieberkasten möglichst kurz zu machen.

Die Schieber selbst sind zumeist Flachschieber, selten Kolbenschieber, ihre Anordnung kann eine horizontale, lotrechte oder schräge sein.

In Fig. 594 ist ein einfacher Dampfregulator im Dampfdom einer Lokomotive dargestellt.

a ist das Regulatorrohr mit dem Schieberspiegel *s*, *b* der Schieber; das Regulatorrohr mündet in der Rauchkammer in einen gußeisernen Kreuzkopf, von welchem die Einströmungsrohre zu den Schieberkasten der beiden Cylinder abzweigen. Die Dampfeintrittsöffnung am Schiebergesicht ist oben dreieckig geformt, damit der Dampf durch eine sich allmählich vergrößernde Öffnung in die Einströmrohre gelangen kann.

Die Bewegung des Schiebers erfolgt durch einen Handhebel vermittels Gestänges vom Führerstand aus.

Die lotrecht angeordneten Flachschieber sind gewöhnlich durch Federn an ihren Sitz angedrückt.

Behufs leichterer Ingangsetzung der Regulatorschieber versieht man diese auch mit Voreilschiebern.

Der Voreilschieber ist länger und schmäler als der Hauptschieber, ist auf diesem dicht aufgeschliffen und wird mit einer Dampfdurchlaßöffnung versehen, welche erst nach einer gewissen, ihm erteilten Eigenbewegung mit einer entsprechenden, im Hauptschieber angebrachten Öffnung in Verbindung tritt und den Dampf durch beide Schieber hindurch in das Dampfeinleitungsrohr einläßt.

Hierdurch wird der Hauptschieber genügend entlastet und können dann die an den Enden des Voreilschiebers angebrachten, den Hauptschieber übergreifenden Nasen diesen ohne großen Widerstand mitnehmen.

Wegen der leichteren Zugänglichkeit werden die Regulatorschieber auch außerhalb des Doms in einem gußeisernen Gehäuse angebracht, welches einerseits mit dem Dampfraum des Kessels, andererseits durch die Einströmungsöffnungen mit den Cylindern verbunden ist. Die Bewegung der Schieber erfolgt in diesem Fall gewöhnlich in der Art, daß am Schieber selbst Zähne angegossen sind, in welche eine mit eingeschnittenen Zähnen versehene, durch eine Stopfbüchse nach außen fortgesetzte Welle eingreift, mittels welcher der Schieber wie eine wagrechtliegende Zahnstange hin- und hergeschoben werden kann.

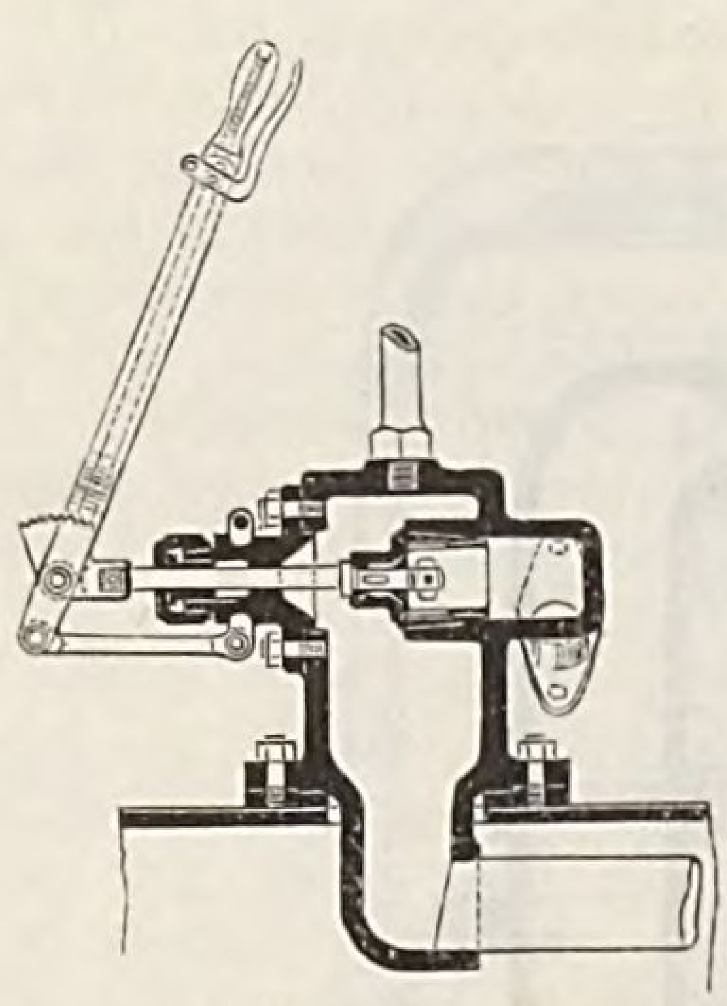


Fig. 595.

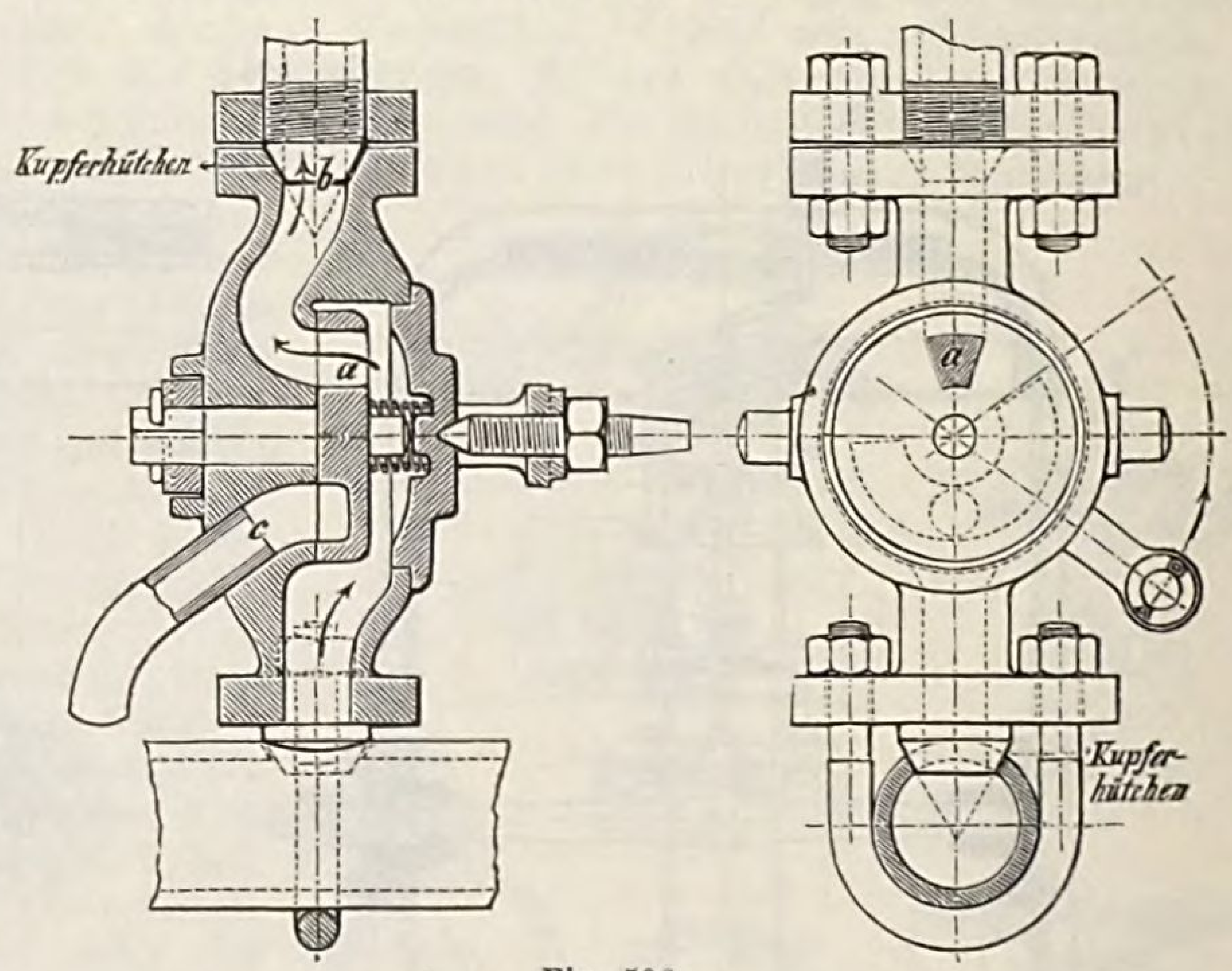


Fig. 596.

Fig. 595 zeigt die Ausführung eines als Kolbenschieber zu betrachtenden Regulatorventils, dessen Körper durchbohrt ist, und durch welche Bohrung die Zugspindel tritt.

Sobald die letztere nach außen gezogen wird, hebt sich die an derselben angearbeitete Dichtfläche vom Ventilkörper ab; der Dampf tritt durch die in der Spindel eingearbeiteten Längsrillen hindurch und entlastet den Ventilkörper, worauf bei Weiterbewegung der Zugspindel diese mittels einer an ihrem Ende angebrachten Mutter den eigentlichen Ventilkörper öffnet. Durch eine an der Ventilspindel und dem Zughebel angebrachte Verzahnung bleibt das geöffnete Regulatorventil in jeder Stellung stehen, wenn der Hebeldaumen am Handgriff freigelassen wird.

Andere Formen von Regulatorschiebern, wie Clapets und Grimmers entlastete Regulatorschieber s. Heusinger, Specielle Eisenbahntechnik, Bd. III. Lokomotivbau.

Absperrschieber, welche zur Regelung und Absperrung des Dampfzuflusses für Dampfheizungen, Ejektoren etc. dienen, werden häufig als Drehschieber ausgeführt.

In Fig. 596 ist ein Drehschieber (sogenanntes Schmetterlingsventil) für eine Dampfheizung für Personenwagen dargestellt. Durch die trapezförmige Öffnung *a* im Schieber wird bei der gezeichneten Schieberstellung der Dampf in der Richtung des Pfeiles bei *b* zu dem Heizcylinder geleitet; bei Verdrehung des Schiebers schließt derselbe die Einströmung *a* ab, und wird durch die Höhlung im Schieber eine Verbindung des Kanals *b* mit dem Abflußrohr *c* hergestellt, durch welche der Dampf, bezw. das Verdichtungswasser aus dem Heizcylinder ins Freie gelangen kann.

Die Steuerungsschieber dienen, wie erwähnt, dazu, bei Dampfmaschinen den aus dem Dampfkessel in den Schieberkasten strömenden Dampf abwechselnd vor oder hinter den Kolben in den Dampfcylinder zu führen und den verbrauchten Dampf wieder entweichen zu lassen.

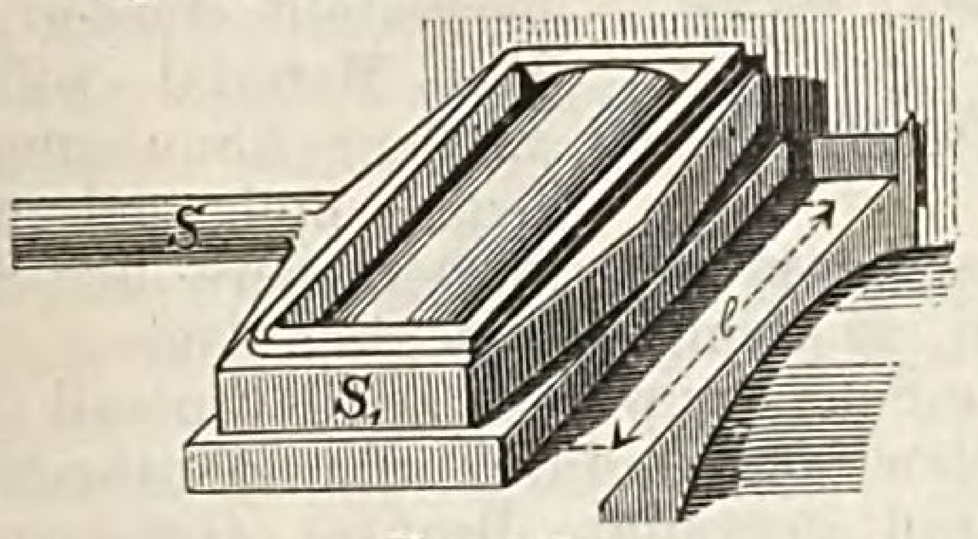
Diese dreifache, durch Excenter, Gegenkurbeln oder unrunde Scheiben bethätigte Wirksamkeit geht in der Weise vor sich, daß die äußeren Kanten des in dem Schieberkasten des Dampfcylinders befindlichen Schiebers die Dampfkanäle am Schiebergesicht öffnen oder schließen, je nachdem der Schieber durch die Steuerung nach rechts oder links ausgelenkt wird und daß gleichzeitig der abziehende Dampf durch den Hohlraum (die sogenannte Muschel) des Schiebers in den eigentlichen Ausströmungskanal gelangen kann.

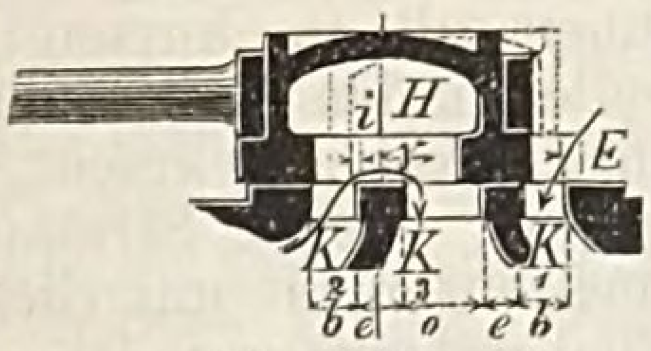
Je nach der Form und Einrichtung des Schiebers und der Anlage der Steuerung unterscheidet man:

einfache Flachschieber, ebene Platten mit Schlitzen (Spaltschieber) oder Muschelschieber,
Kanalschieber,
Gitterschieber,
Schleppschieber,

doppelte Flachschieber,
zusammengesetzte Schieber,
und endlich, je nachdem durch den Bau des Schiebers im Schieberkasten ein Ausgleich des auf den Schieber wirkenden Dampfdrucks stattfindet oder nicht, entlastete Schieber (Entlastungsschieber) und unentlastete Schieber.

Ein einfacher Muschelschieber ist in Fig. 597 von außen und in Fig. 598 im Schnitt dargestellt.


Fig. 597.


Fig. 598.

Der frische Dampf tritt aus dem Schieberkasten in den Einströmungskanal K_1 ein, während der bereits ausgenützte Dampf aus dem Kanal K_2 durch die Höhlung H (die Schiebermuschel) in den Ausströmungskanal K_3 in der durch die Pfeile angedeuteten Richtung abfließt.

In Fig. 597 und 598 stellt b die Einströmkanalbreite, e die Stegstärke, i die innere Überdeckung, o die Breite des Auströmungskanals, l die Kanallänge, S die Schieberstange mit dem Schieberrahmen S_1 dar, mittels welchen der Schieber hin- und hergeschoben wird.

Wird der Querschnitt des Schieberkanals bl wie bei Lokomotiven $^1/_{12}$—$^1/_{15}$ der Kolbenfläche und die Kanallänge $l = 0{,}9$ bis $0{,}95$ des Durchmessers des Dampfcylinders angenommen, so kann b leicht bestimmt werden. Ferner wird $o.l = {}^1/_5$ bis $^1/_8$ der Kolbenfläche und die Stegstärke $e = 10 + 0{,}5\,b$ gemacht. Soll bei der äußersten Lage des Schiebers die freie Öffnung von $o = b$ werden, so ergiebt sich bei bekannter Excentricität r:

$$o + e = i + r + b$$

und

$$o = i + r + b - e.$$

Da bei der größten Auslenkung des Schiebers vom Mittel der Ausströmungskanal niemals mit dem Schieberkastenraum in Verbindung treten darf, weil sonst der Dampf aus diesem ins Freie oder in die Verdichtungskammer gelangen würde, so muß, wenn E die äußere Deckung des Schiebers bezeichnet:

$$E + b + e > r$$

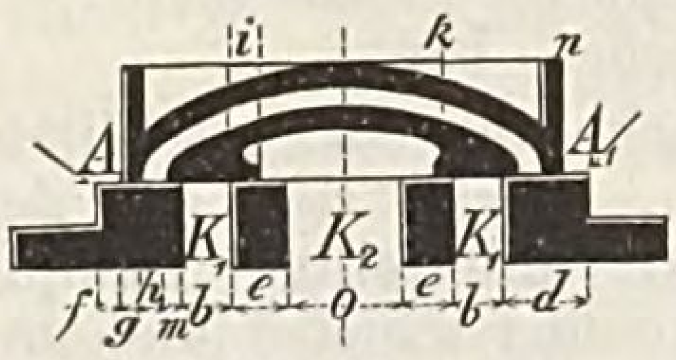
oder

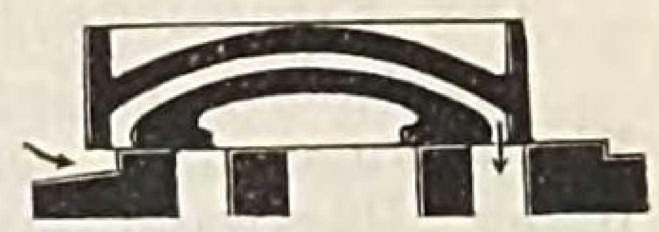
$$e > r - E - b$$

sein. Die Excentricität ist so groß zu machen, daß der Schieber den Kanal ganz öffnet.

Um bei großer Cylinderlänge möglichst kurze Einströmkanäle zu erhalten und hiermit die schädlichen Räume zu verringern, wendet man geteilte oder zweiteilige Muschelschieber an; es sind dies zwei mit einem gemeinsamen Schieberrahmen verbundene einfache Muschelschieber.

Um rasch eine möglichst große Öffnung der Dampfeinströmungskanäle zu erzielen, werden sogenannte Kanalschieber (Trick'scher Schieber) angewendet (Fig. 599 a, b). Bei diesen Schiebern ist in der Muschel ein Kanal vorhanden, durch welchen bei Öffnung des Eintrittskanals gleichzeitig Dampf in die Einströmung geführt wird. Wird nämlich der Schieber um den Weg $f + g$ nach links ausgelenkt (Fig. 599 a), so beginnt der Dampf in den Kanal k, dessen Breite gleich h ist, und aus diesem in den Kanal K_1 von der Breite b einzuströmen. Bei weiterer Auslenkung nach links öffnet aber auch die äußere Schieberkante n den unmittelbaren Zutritt des Dampfes aus dem Schieberkasten in den Kanal K_1, und es wird hierdurch der Einströmungsquerschnitt entsprechend vergrößert.


Fig. 599 a.


Fig. 599 b.

Bei diesem Schieber ist die Stegstärke ziemlich groß zu nehmen, damit der Kanal k nie mit der Ausströmung in Verbindung tritt. Die Breite des Dampfeinströmkanals b kann kleiner gemacht werden als bei den gewöhnlichen Muschelschiebern, da man mit dem Querschnitt des Einströmkanals bis auf $^1/_{20}$ der Kolbenfläche herabgehen kann.

Ein ähnlich geformter Schieber ist der Hick'sche Kanalschieber (Fig. 600), wel-

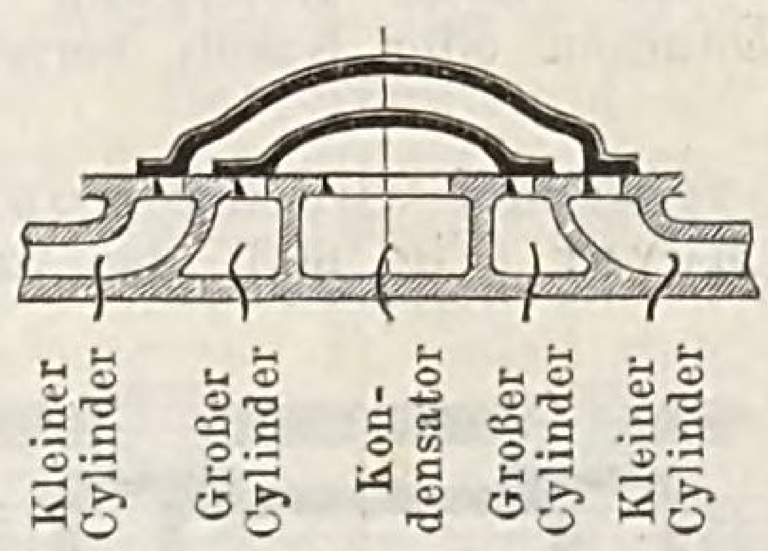


Fig. 600.

cher für Compoundmaschinen mit parallel liegenden Cylindern verwendet wird. Der Kanal dient hierbei zur Überführung des Dampfes von der Einströmung des einen Cylinders in jene des andern Cylinders.

Um gleichzeitig je zwei Einströmungskanäle mit dem Schieberkasten zu verbinden, verwendet man Gitterschieber, wodurch der Schieberweg auf die Hälfte gebracht wird. Hierher gehört (Fig. 601) der Schieber von Borsig.

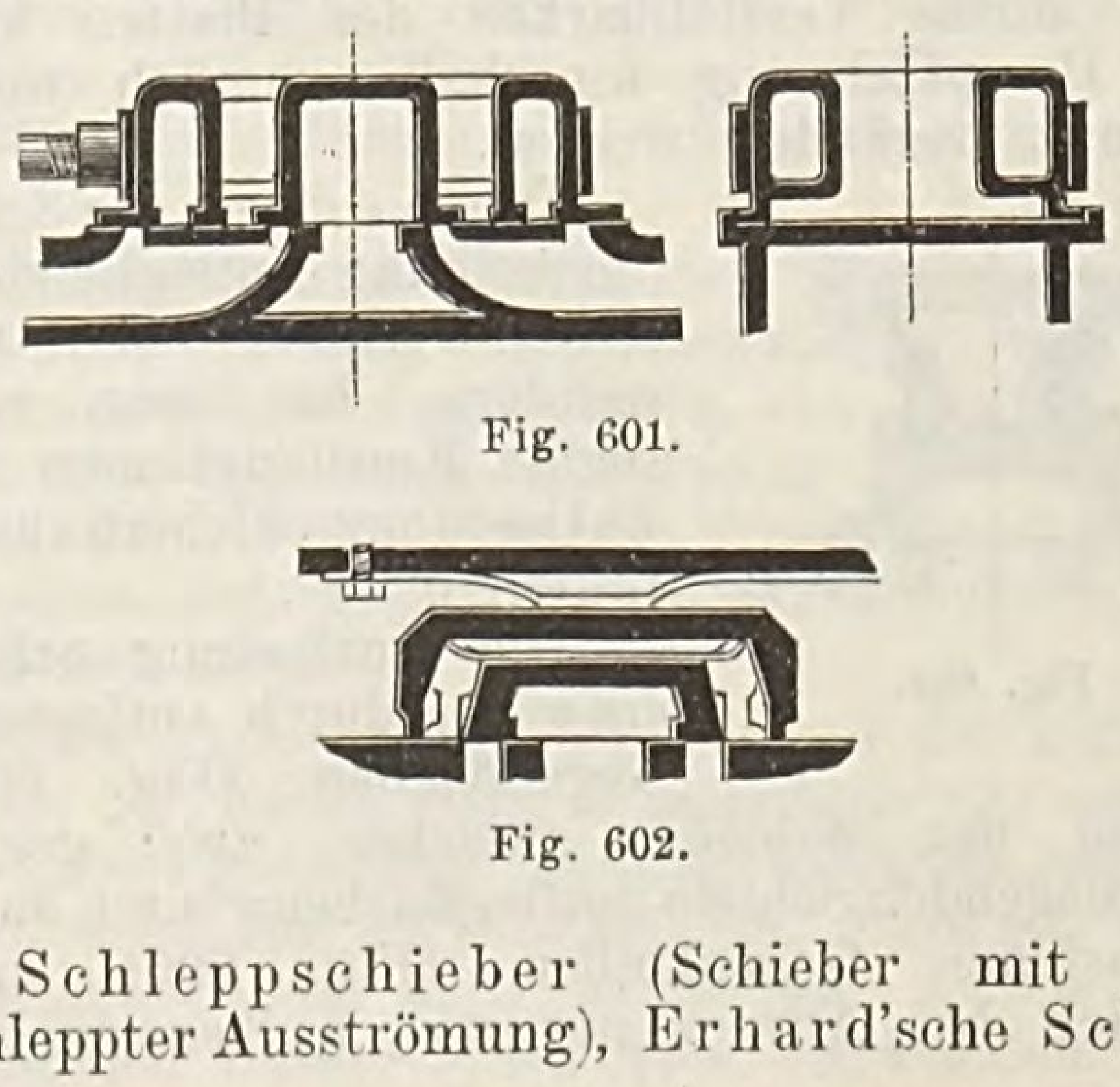

Fig. 601.

Fig. 602.

Schleppschieber (Schieber mit verschleppter Ausströmung), Erhard'sche Schie-

ber (Fig. 602) bewirken den verspäteten Eintritt der Ausströmung und der Kompression. Dieser Schieber besteht aus zwei übereinandergestellten Muschelschiebern, wobei der innere Schieber durch Ansätze des äußeren Schiebers zeitweilig mitgenommen (geschleppt) wird. Der innere Schieber besorgt die Ausströmung, der äußere Schieber die Steuerung des Einströmdampfes.

Um höhere Expansionen, insbesondere bei hohen Dampfspannungen vorteilhaft auszunutzen und mit verschiedenen Ausdehnungsgraden arbeiten zu können, wird häufig zu dem eigentlichen Verteilungsschieber auch noch der sog. Expansionsschieber hinzugefügt, welch letzterer nur die Absperrung der Dampfzuführung bewerkstelligt (doppelte Flachschieber).

Der Expansionsschieber kann:

1. entweder als einfache volle oder geschlitzte Platte angeordnet sein, welche sich auf der festen Rückwand einer unterteilten Dampfkammer ober dem Verteilungsschieber und unabhängig von diesem bewegt und eine in der Dampfkammerrückwand angebrachte einfach oder mehrfach geschlitzte Dampfdurchlaßöffnung öffnet oder schließt; oder

2. der Expansionsschieber gleitet direkt auf dem Rücken des Verteilungsschiebers hin und her, wobei ihm seine von dem Verteilungsschieber unabhängige Bewegung wie im vorerwähnten Fall durch ein besonderes Excenter erteilt wird, oder endlich

3. er liegt frei auf dem Verteilungsschieber und wird bei dessen Bewegung durch anstoßende Daumen oder Nasen verschoben (geschleppt).

Häufig verwendet wird der Doppelschieber von Meyer (Fig. 603), bei welchem auf

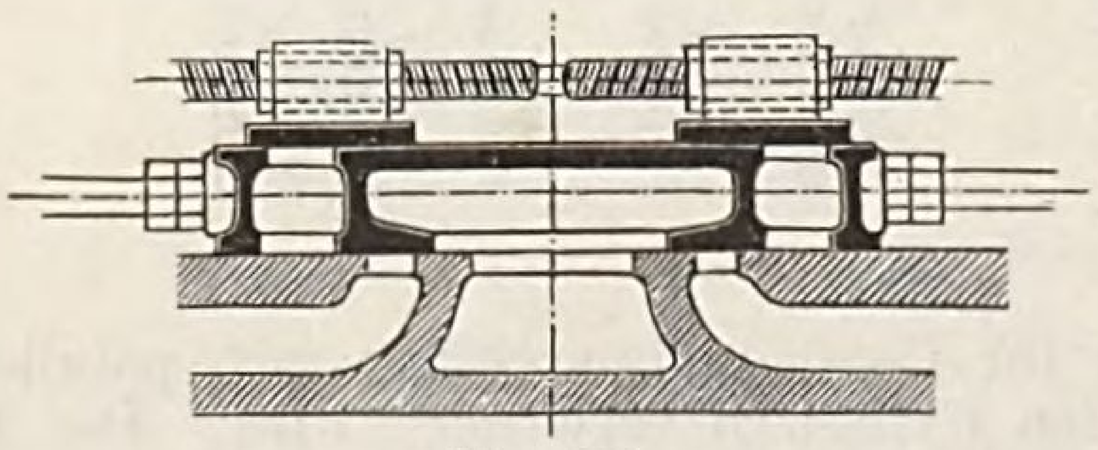


Fig. 603.

dem Rücken eines einfach durchbrochenen Muschelschiebers zwei Platten gleiten, welche durch eine rechts- und linksgängige, von außen drehbare und von der Excenterschubstange mitgenommene Schraube einander genähert oder voneinander entfernt werden können. Durch eine solche Verstellbarkeit der Platten kann die Dampfdehnung innerhalb ziemlich weiter Grenzen verändert werden.

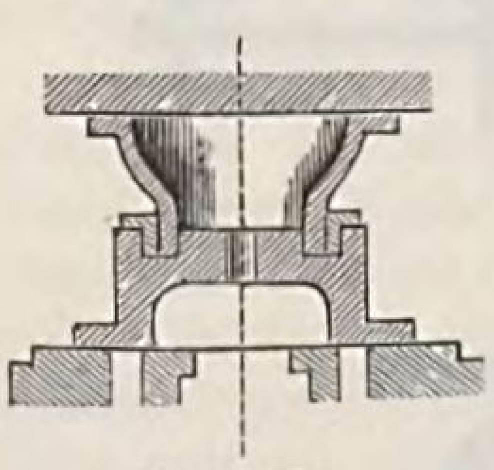


Fig. 604.

Um die durch die Schieberreibung entstehenden Arbeitsverluste zu vermindern, hat man zahlreiche Konstruktionen von Entlastungsschiebern ausgeführt.

Die Entlastung erfolgt entweder durch entlastende Gegenflächen (Fig. 604), indem der Schieber zwischen zwei gegenüberliegenden Schieberauflagflächen gleitet, durch entlastende Gegenkolben (Fig. 605), oder endlich bei Anwendung von Kolbenschiebern durch allseitige Druckverteilung (Fig. 592 und Fig. 593).

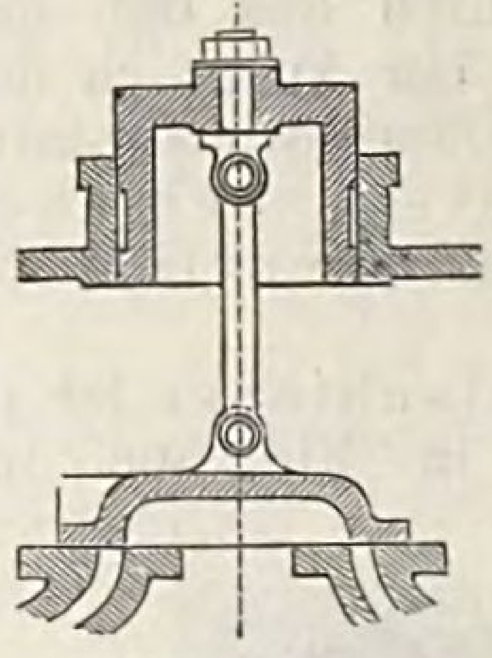


Fig. 605.

Schiebermaterial, Schieberreibung, Anfertigung des Schiebers.

Das Schiebermaterial soll homogen und dicht, daher so beschaffen sein, daß die Schiebergleitflächen vollkommen rein und glatt hergestellt werden können. Das Material soll keiner raschen Abnutzung unterliegen und auch nicht zu hart sein, so daß insbesondere der Schieberspiegel so wenig als möglich leide.

Die Schieber werden aus Rotmetall (Bronze), Phosphorbronze (durch Phosphorbeigabe von Zinnoxyd gereinigte Bronze), Gußeisen, Stahlguß oder Tiegelgußstahl hergestellt.

Auf Bahnen mit nur kurzen Gefällsstrecken werden zuweilen in den Gleitflächen der Schieber Kompositionseingüsse angebracht, da letztere bei Verwendung auf solchen Strecken der Gefahr des Ausschmelzens nicht unterliegen.

Die Schieberabnutzung ist abhängig von dem Dampfdruck und der. hierdurch hervorgerufenen Schieberreibung, von dem zur Speisung verwendeten Wasser, welches möglichst wenige mineralische, die Schieberfläche abschmirgelnde Stoffe enthalten soll, und endlich von der Schmierung.

Die Schieberreibung dürfte geringer sein, als man gewöhnlich annimmt, da kein Schieber vollkommen abdichtet und der zwischen die Schiebergleitflächen eintretende Dampf eine Entlastung herbeiführt.

Nach Aspinall (Engineer vom 28. Dezember 1888 und 22. März 1889, S. 238) beträgt der Schieberreibungskoefficient 0,051 — 0,068. Es sind jedoch solche Werte von sehr vielen Umständen abhängig und daher nicht allgemein gültig.

Die Abnutzung der Schieber beträgt für gute Rotguß- (Bronze-) Schieber pro 1000 Lokomotivkilometer 36—50 g, für Gußeisenschieber pro 1000 Lokomotivkilometer 2—16 g.

Bei geringem Dampfdruck, passender Wahl des Materials und entsprechender Schmierung sind gußeiserne Schieber von außerordentlicher Dauer und sehr zu empfehlen.

Bei höherem Dampfdruck und namentlich bei unreinem Wasser sind dieselben aber trotz guter Schmierung im allgemeinen sehr leicht Verreibungen ausgesetzt und man verwendet daher vorzugsweise Rotgußschieber, obwohl deren Anschaffung und Erhaltung wegen der meist ziemlich großen Abnutzung und der zuweilen eintretenden Brüche bei schlechtem Schieberguß erhebliche Kosten veranlaßt.

Es muß daher der Herstellung der Rotgußschieber besondere Aufmerksamkeit zugewendet werden.

Eine bewährte Schiebermetallmischung besteht aus: 82 Teilen Kupfer, 16,5 Teilen Zinn, 0,5 Teilen Zink, 1,5 Teilen Blei und 0,1 Teilen amorphen Phosphor.

Anstatt der unmittelbaren Beigabe von Phosphor kann auch Phosphorbronze oder Phosphorzinn dem Metallbad beigemengt werden, und

wird auf diese Weise eine gleichartige, von Oxyden freiere Mischung gewonnen.

Im fertigen Schieber sind die angeführten Zusätze von Zink und Phosphor nicht mehr nachweisbar, da dieselben bei der Schmelzung verbrennen.

Die Rohabgüsse der Schieber werden vom Sand geputzt, hierauf nach genauen Schablonen gehobelt und gestoßen oder in neuerer Zeit auch mittels Fraisern bearbeitet.

Zuweilen werden die von der groben Haut befreiten Schieber etwas erwärmt und erst nach ihrem Wiedererkalten nochmals überhobelt, um hierdurch etwa vorhandene innere Spannungen zu entfernen.

Es soll hiermit das mit dem Schieber vorzunehmende Abrichten auf der Richtplatte erleichtert und vermieden werden, daß sich die in die Maschine eingelegten Schieber bei der Erwärmung durch den Dampf nachträglich verziehen (windschief werden).

Untersuchung der Schieber.

Es ist zweckmäßig, jeden einzulegenden Schieber vorher abzuwägen, die Lappenstärken nachzumessen und die gewonnenen Ziffern sowohl vorzumerken, als auch in den Schieber selbst einzuschlagen, um in Verbindung mit den zurückgelegten Lokomotivkilometern einen Anhaltspunkt zur Beurteilung der Güte des Materials und seiner Dauerhaftigkeit zu gewinnen.

Bei vorgeschrittener Abnutzung ist man dann in der Lage, zu beurteilen, wie lange etwa der Schieber ohne Untersuchung noch im Betrieb bleiben könne, und wird man, je nach dem Resultat dieser Beobachtungen, noch Lappenstärken bis zu 11 mm zulassen können.

Zur Beurteilung der Notwendigkeit einer neuerlichen Regulierung der Schieberfläche ist vorerst bei geheizter Maschine der Versuch zu machen, ob die Schieber dicht sind, und hierauf weiters noch nachzusehen (solange die Schieber noch am Spiegel liegen), ob sie nicht auch windschief geworden sind. Nicht windschief gewordene und nur wenig verriebene Schieber werden meist nach Abnahme etwaiger scharfer Kanten ohne weitere Behandlung belassen werden können.

Schmierung der Schieber.

Da zur Erhaltung der Schieber eine gute Schmierung wesentlich beiträgt, ist dieser ein besonderes Augenmerk zuzuwenden. Bei manchen Bahnen werden die Schieber mittels direkten Zulaufs von Öl vom Führerstand aus unter gleichzeitiger Verstäubung desselben durch Zulaß direkten Dampfes geschmiert, bei anderen Bahnen werden Schmiervasen auf die Schieberkasten aufgesetzt. Die dabei in den Schieberkasten und Schmiervasen zur Wirkung kommenden Druckunterschiede veranlassen das Austreten kleiner Ölmengen aus den Vasen in die Schieberkasten. Manche Bahnen endlich schmieren mit besonderen ununterbrochen wirkenden Schmiervorrichtungen vom Führerstand aus, in denen jeder zur Schmierung kommende Öltropfen sichtbar ist (s. Schmiervorrichtungen).

Zur Schieberschmierung wird meistens Rüböl, seltener Mineralöl verwendet.

Litteratur: Ledebur, Die Verarbeitung der Metalle, Braunschweig 1879; Heusinger v. Waldegg, Handbuch für specielle Eisenbahntechnik, III. Bd.: Lokomotivbau, Leipzig 1882; Reuleaux' Konstrukteur, vierte Auflage, vierte Lieferung, Leipzig 1889; Zeuner, Die Schiebersteuerungen, Leipzig 1889; Blaha, Die Steuerungen der Dampfmaschinen, Berlin 1890.

Wehrenpfennig.

Dampfschneeschaufler, Schneeschleudermaschine, Schneeschaufelmaschine, Rotationsschneepflug (*Rotary snow shobel; Chasse-neige*, m., *américain*), eine bisher bloß in Nordamerika in Verwendung gekommene, durch Dampf zu betreibende Schneeräummaschine, die von der Lokomotive geschoben wird. Auf dem rückwärtigen Teil eines kräftigen, von zwei Truckgestellen getragenen Rahmens befindet sich der Dampfkessel (Lokomotivkessel) und die zweicylindrige Dampfmaschine für den Antrieb des eigentlichen Schneeräumers, eines mit zwölf Schaufeln versehenen Schleuder- oder Bläserrads, das mit zur Bahnachse paralleler Wellenachse am Vordergestell in einem cylindrischen, mantelartigen Gehäuse gelagert ist. Die Schaufeln tragen an ihren Vorderkanten Stahlmesser, welche sich selbstthätig einstellen. In der Vorderwand des Radmantels ist eine rechteckige Öffnung freigehalten, deren scharfe Ränder nach auswärts stehen. Diese Ränder schneiden beim Vorwärtsschieben des D. ein Schneeprisma aus, das die Messer des in Drehung befindlichen Schaufelrads quer durchschneiden. Die so gelockerte Schneemasse gelangt in die Schaufeln und wird von diesen durch eine Öffnung im Manteloberteil fortgeschleudert. Die Wurfweite, welche von 9 m bis 46 m gesteigert werden kann, wird durch Änderung der Drehgeschwindigkeit des Rads geregelt. Das Schaufelrad kann bis 200 Umdrehungen in der Minute machen. Die Wurfrichtung ist stellbar, so daß der Schnee rechts oder links seitlich der Bahn ausgeworfen werden kann. Bei Verwendung von D. sollen sich wesentlich geringere Räumungskosten ergeben, als bei Anwendung irgend welcher anderer Mittel. Neuestens wurde von G. Cox ein Schneegräber (*Snow Excavator*) ausgeführt, bei welchem die Schneemasse durch ein Messerrad gelockert und auf ein Schaufelblech geschoben wird, von welchem aus das Auswerfen der Schneemasse durch ein Schleuderrad erfolgt.

Im Winter 1887/88 waren elf D. auf verschiedenen Linien Nordamerikas in Verwendung, zu welchen für den Winter 1888/89 eine große Anzahl weiterer, darunter drei für enge Spur, kamen.

Näheres s. Railroad Gazette 1887, 1888; Glasers Annalen 1889; (mit Abbildungen); Lefèvre und Cerbelaud, Les chemins de fer, S. 255, Paris 1888; s. a. Schneepflug.

Pollack.

Dampfsparer (Automaten, Kondensationswasserableiter oder Kondensiertöpfe), Vorrichtungen, welche dazu dienen, an Dampfrohrleitungen das durch Abkühlung des Dampfes sich bildende Verdichtungswasser derart aufzufangen und abzuleiten, daß kein Dampfverlust entstehen kann.

Diese Vorrichtungen, welche mit der tiefsten Stelle der Rohrleitung kommunizieren, geben bei Inbetriebsetzung nur die in ihnen und in der Rohrleitung enthaltene Luft, sowie das Verdichtungswasser nach außen ab, lassen dagegen den Dampf selbst nicht entweichen. Die

Wirksamkeit der D. gründet sich darauf, daß entweder die Ausdehnung eines Bestandteils infolge der erhöhten Tempeatur, oder daß ein vom Niederschlagswasser mehr oder weniger gehobener Schwimmer in Thätigkeit tritt und das Wasser, bezw. die Luft allein aus dem D. ableitet. Das Wasser wird sodann selbstverständlich wieder dem Kessel zur Speisung zugeführt.

Wehrenfennig.

Dampfstrahlpumpen, Injektoren (*Injektors*, pl.; *Injecteurs*, m. pl.), Kesselspeisevorrichtungen, bei welchen die durch Kondensieren eines Dampfstrahls erzeugte lebendige Kraft dem Wasser eine derartige Beschleunigung erteilt, daß dasselbe den entgegenstehenden Kesseldruck überwindet und in den Kessel eintritt. Dieser Wirkungsweise entsprechend besteht die D. aus einer Anzahl von Rohrstücken oder Düsen, welche infolge ihrer Gestalt und Anordnung zur Einleitung und Erhaltung dieses Vorgangs geeignet sind.

Ebenso einfach wie die Wirkungsweise ist die Konstruktion der D., welche keinen während des Arbeitens sich bewegenden Teil besitzen; hierin liegt der Vorzug derselben vor den früher bei Lokomotiven und Stabilmaschinen zu gleichem Zweck ausschließlich benutzten Kolbenpumpen, welche viele bewegte Teile besitzen, daher kostspielig zu erhalten sind.

Jede Strahlpumpe ist (s. Fig. 606) im wesentlichen wie folgt zusammengesetzt:

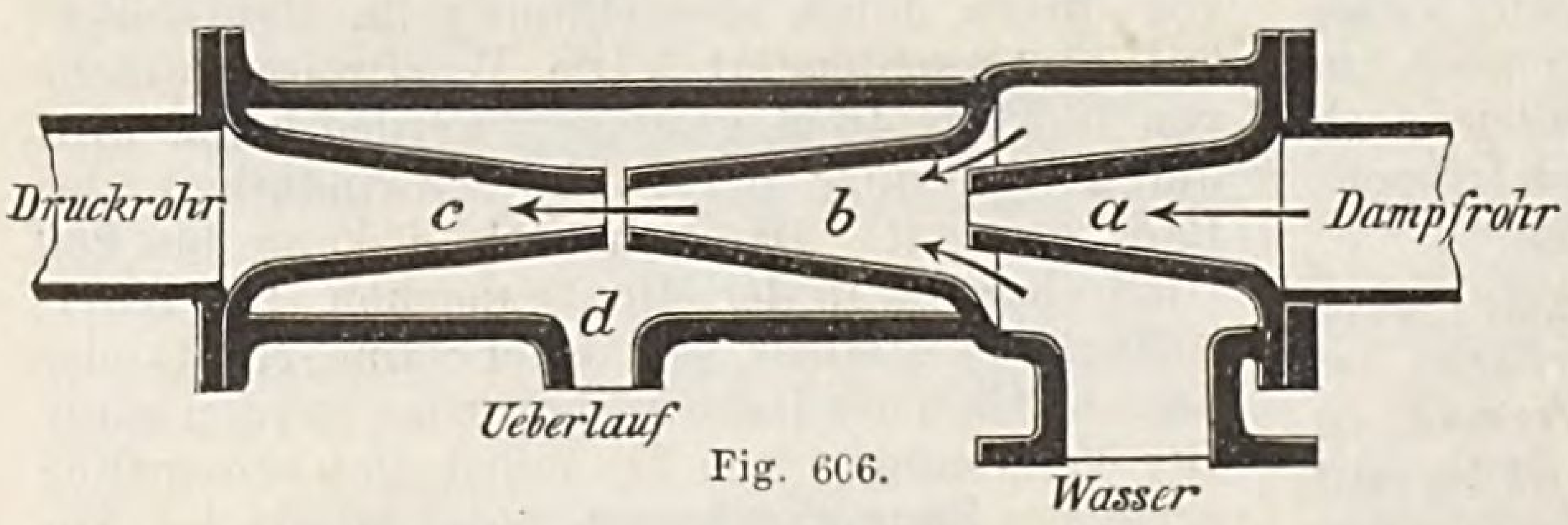


Fig. 606.

Der Dampf wird in eine Dampfdüse *a* eingeleitet, aus deren Öffnung derselbe mit großer Geschwindigkeit in die Mischdüse *b* überströmt; hier mischt sich der Dampf mit dem in gleicher Richtung eintretenden Wasser, kondensiert sich in demselben und überträgt dabei seine lebendige Kraft auf dasselbe. Das Wasser erhält hierdurch eine so große Geschwindigkeit, daß es den Überlauf *d* überspringt und in die Fangdüse *c* einströmt; hier wird die Geschwindigkeit desselben verzögert und dadurch der Druck derart erhöht, daß derselbe denjenigen im Kessel übersteigt, so daß das Wasser in den Kessel einströmt.

Der Überlauf (Schlabberraum) *d* dient dazu, die Speisung einzuleiten; indem zunächst der Wasserzufluß und dann allmählich der Dampfzufluß geöffnet wird, strömt das Wasser durch den Überlauf solange aus, bis seine Geschwindigkeit groß genug geworden ist, um den Gegendruck in der Fangdüse zu überwinden. Sobald dies der Fall, tritt der Wasserstrahl in die Fangdüse über und das Ausströmen aus dem Überlauf hört auf. Wenn das Wasser der D. nicht durch Druckwirkung zufließt, so muß dasselbe angesaugt werden; da dies nicht ohne weiteres möglich ist, weil der aus der Dampfdüse austretende Strahl sich in der engeren Mischdüse anstaut, so wird in der Regel in die Dampfdüse eine sogenannte Saugspindel eingeschoben, welche nur durch eine enge Bohrung einen feinen Dampfstrahl in die Mischdüse treten läßt, welcher daselbst eine Luftleere erzeugt, die das Wasser ansaugt. Erst nachdem dieses aus dem Überlauf ausströmt, wird durch Zurückziehen der Spindel die Dampfdüse ganz geöffnet und dadurch die Pumpe in Gang gesetzt. Man unterscheidet daher saugende und nichtsaugende D.; letzteren muß das Speisewasser aus einem höher liegenden Behälter zufließen.

Aus der Wirkungweise der D. ergiebt sich, daß das sichere Arbeiten derselben an gewisse Bedingungen geknüpft ist; nicht nur müssen die Düsen passende Formen und Querschnitte erhalten, sondern es muß in der Mischdüse insbesondere ein rasches Kondensieren des Dampfes stattfinden; das Speisewasser darf also nicht zu warm sein.

Erfahrungsgemäß muß die Wärme des Wasserstrahls am Überlauf um 15—30° geringer als die Siedetemperatur des Wassers an dieser Stelle sein, welch letztere bei offenem Überlauf 100° beträgt. Da nun die zugeführte Dampfmenge, also auch die Erwärmung des Speisewassers um so größer sein muß, je höher der Dampfdruck im Kessel ist, so ergiebt sich, daß das Speisewasser um so weniger warm sein darf, je höher der Dampfdruck ist. Nur D. mit geschlossenem Überlauf können bei angemessener Anordnung mit wärmerem Wasser arbeiten.

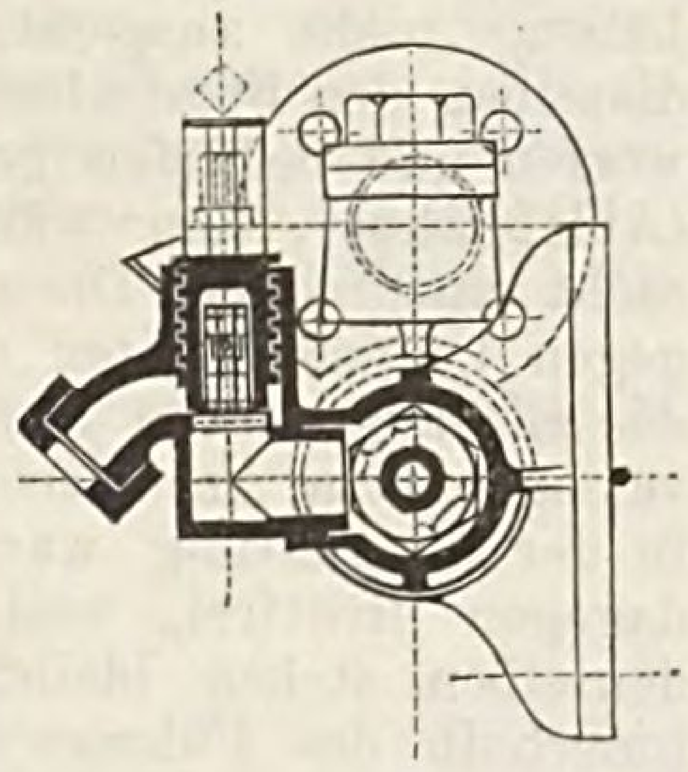
Die erste brauchbare D. wurde im Jahr 1858 nach Angaben von H. Giffard in Paris und nach deren Muster mit verschiedenen Veränderungen und Verbesserungen bald darauf auch von anderen ausgeführt. Diese älteren Ausführungen hatten sämtlich verstellbare Dampfdüsen und Saugspindeln, um den Dampf- und Wasserzufluß je nach der Höhe des Dampfdrucks und der Wärme des Speisewassers regeln zu können; dieselben waren infolgedessen verhältnismäßig groß und schwer. Erst im Jahr 1864 stellte der damalige Maschinenmeister Krauß in Zürich eine einfache nichtsaugende D. mit festen Düsen her, welche infolge zweckmäßig gewählter Düsenformen nur noch bei geringem Dampfdruck eine Verringerung des Wasserzuflusses durch einen Hahn nötig machte, im übrigen aber keiner Einstellung mehr bedurfte. Durch diese Vereinfachung gelang es, die D. in erheblich verringerten Abmessungen und Gewichten herzustellen.

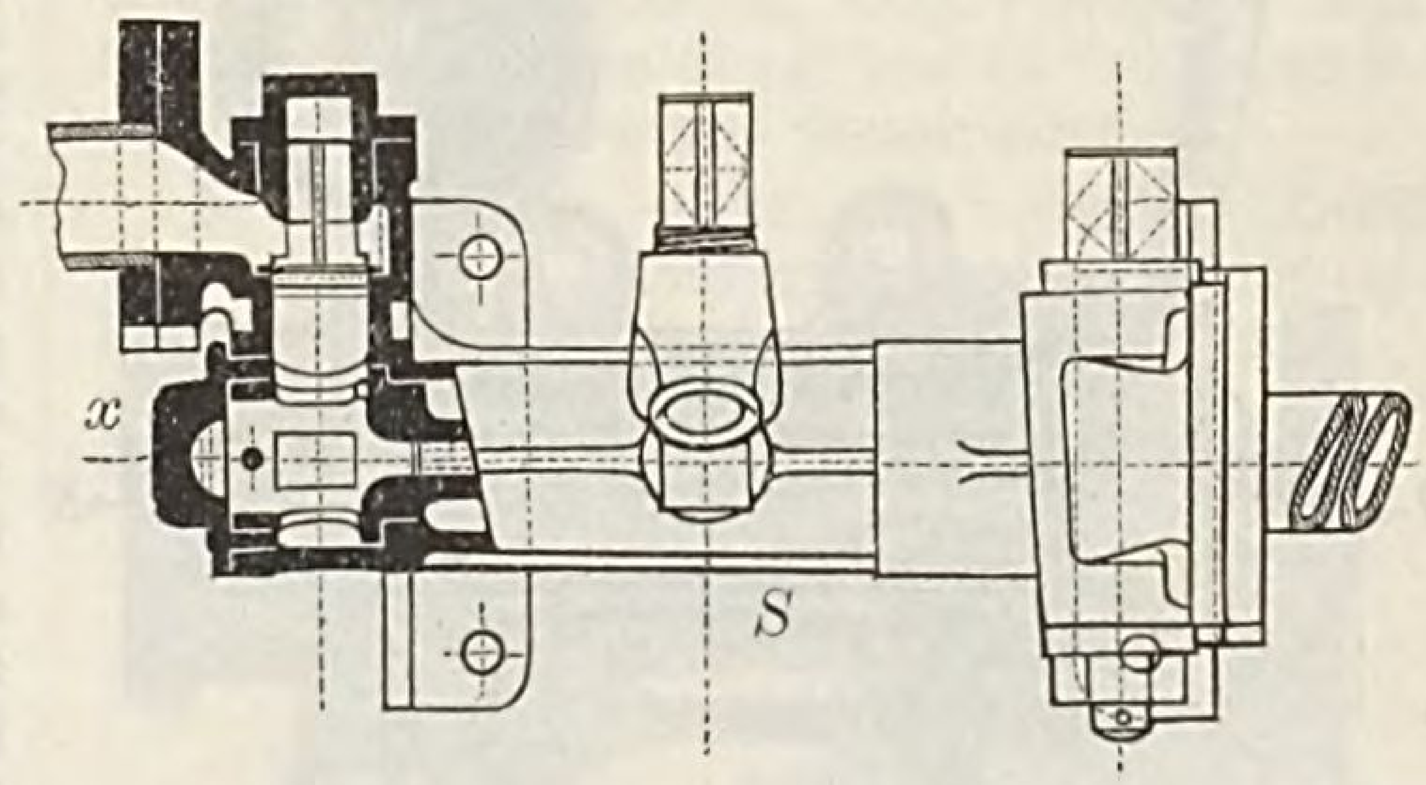
Weitere Verbesserungen in Bezug auf die Zusammensetzung der einzelnen Teile zeigte die im Jahr 1866 durch den Direktor Schau in Wien eingeführte D.; bei derselben ist die Misch- und Druckdüse aus einem Stück, der Überlauf durch seitliche Schlitze hergestellt. Die Düsen sind in das gußeiserne Gehäuse eingesteckt und werden durch die Flanschen der Anschlußrohre gehalten, sind daher sehr leicht herauszunehmen. Diese Art der Zusammensetzung zeigen fast alle neueren D.

Die älteren D. von Friedmann in Wien besitzen doppelten Wassereinlauf; auch das neuere Modell, welches in Fig. 607 dargestellt ist, hat dieselbe Anordnung, doch ist der zweite

Einlauf außer Thätigkeit gesetzt und scheint zur Wirkung der Pumpe nicht beizutragen.

Behufs rascher Reinigung kann der ganze Düsensatz nach Abnahme der Schraube x herausgezogen und nach Bedarf durch einen Reservesatz ersetzt werden. Die Friedmann'sche D. speist bei offenem Schlabberventil mit bis auf 55° erwärmtem Wasser, bei geschlossenem Schlabberventil kann selbst Wasser von 65° noch gespeist werden. Die Friedmann'schen D. werden auch saugend hergestellt und erhalten dann Saugspindeln. Diese saugende Gattung wird für Amerika unter dem Namen Monitor Injector mit Holländer- statt Flanschenverbindungen hergestellt. Der saugenden Gattung sehr ähnlich sind die Systeme Anschütz-Schlu, Fig. 608, Mack und Garfield.





Eine selbstthätige Einstellung des Wasserzuflusses besitzt die Sellers'sche D.; die Mischdüse ist beweglich hergestellt und trägt einen Kolben, welcher den Saugraum von dem nach außen geschlossenen Überlaufraum trennt. Wird in den letzteren Wasser übergedrückt, so spielt der Kolben nebst Düse nach dem Saugraum hin und verengt den Querschnitt zwischen Mischdüse und Dampfdüse, beschränkt also den Wasserzufluß; wird Wasser aufgesaugt, so tritt die umgekehrte Bewegung ein. Zum Ansaugen des Wassers dient eine nicht durchbohrte Spindel. Bei nicht ganz reinem Wasser tritt leicht ein Festsetzen des Kolbens ein. Ähnliche Pumpen werden auch saugend ausgeführt und erhalten dann besondere durchbohrte Saugspindeln.

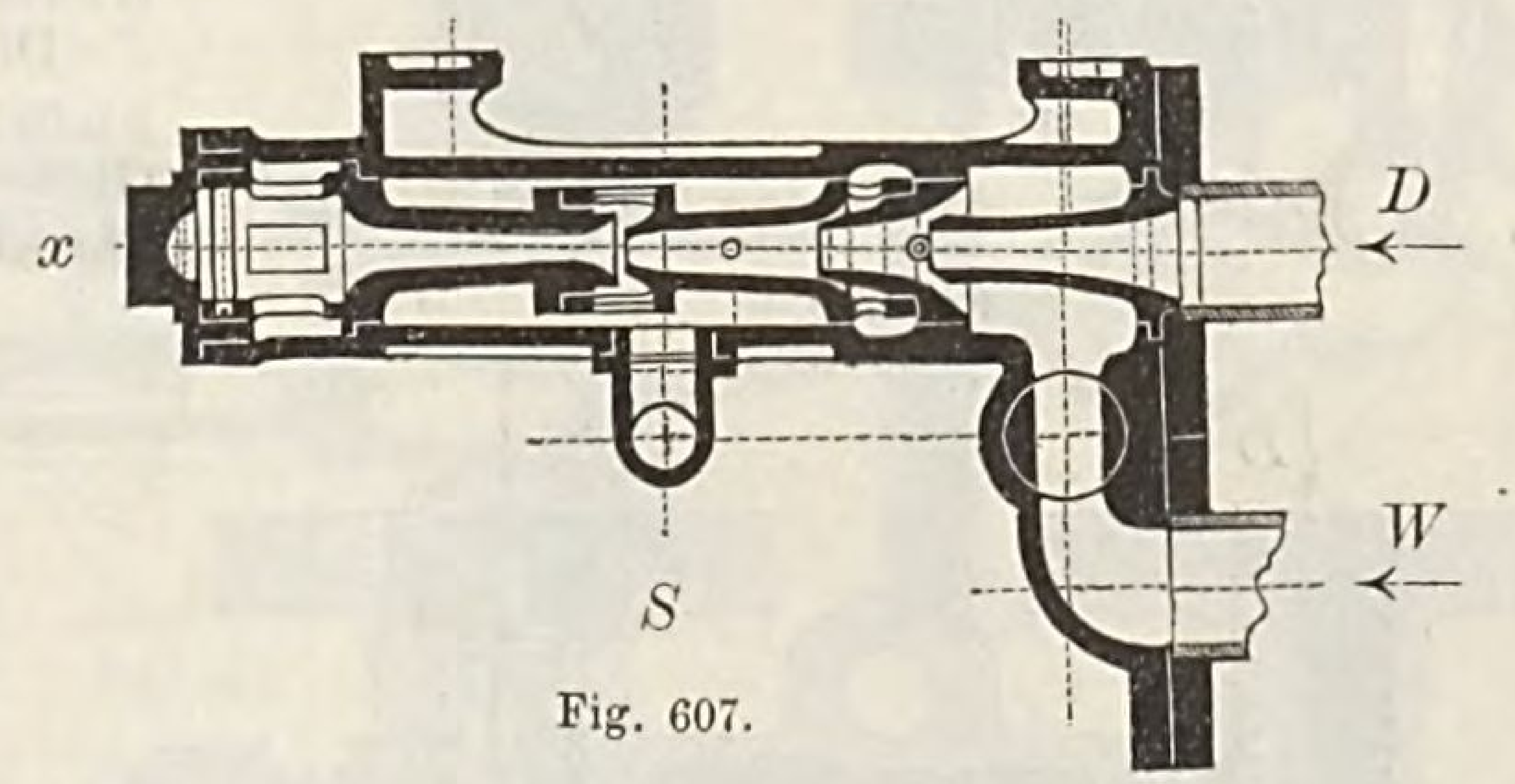
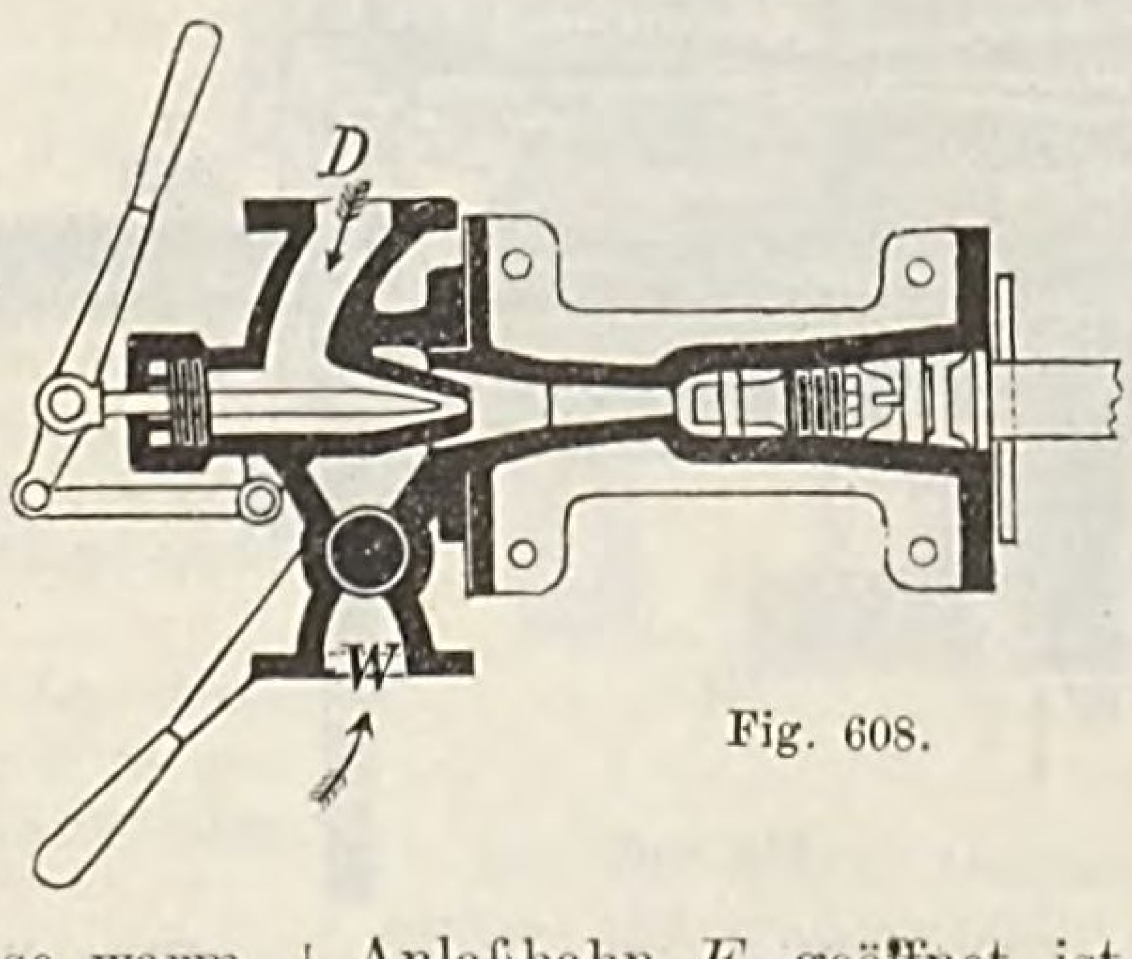


Fig. 607.

Zur Anbringung an den Feuerkastenrückwänden der Lokomotiven besonders geeignet sind die D. von Webb und Dülken; erstere nichtsaugend, unter dem Trittbrett angeordnet und mit verschiebbarer Mischdüse behufs Regelung des Wasserzuflusses versehen; letztere saugend, dicht unter dem Speisekopf angebracht und an der Saugspindel mit Dampfabschlußventil versehen; letzteres macht die Handhabung sehr einfach, das Gehäuse wird aber durch die Nähe des Feuerkastens oft so warm, daß die Wirkung unsicher wird.



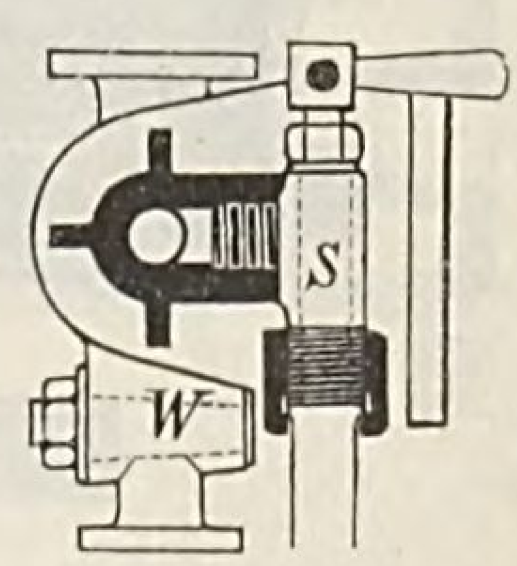


Fig. 608.

Die Doppeldampfstrahlpumpe von Gebrüder Körting in Hannover, auch Universalinjektor genannt, ist in der Skizze Fig. 609 (S. 928) dargestellt und besteht aus zwei vollständigen Strahlvorrichtungen, deren untere mit enger Dampfdüse das Wasser mit einem Druck von etwa einem Viertel der Kesselspannung der oberen zuführt, welche mit weiterer Dampfdüse versehen ist und das Wasser unter vollem Druck in den Kessel schafft. Diese D. speisen bei Dampfspannungen von 2—12 at und einer Wasserwärme bis zu 70° C., ohne irgend welcher Regelung zu bedürfen. Dies wird dadurch erreicht, daß die untere Strahlvorrichtung eine Erwärmung um höchstens 10° C. bewirkt, so daß auch das auf 70° erwärmte Wasser den Dampf noch kondensieren kann; der oberen Vorrichtung fließt das Wasser mit gesteigertem Druck zu, wodurch der Siedepunkt und damit die Kondensationsfähigkeit so gesteigert wird, daß eine weitere Erwärmung des Wassers um 20—30° eintreten kann. Das Ansaugen des Wassers wird durch die untere Vorrichtung allein bewirkt, indem durch Drehung der im Dampfkopf befindlichen, mit excentrischem Zapfen und Querhaupt O versehenen Spindel B zunächst das Ventil V auf der kleinen Dampfdüse D geöffnet wird, während die Ausströmung M durch den Anlaßhahn E geöffnet ist. Da der geringste Querschnitt der Mischdüse größer als die Öffnung der Dampfdüse ist, so erfolgt das Ansaugen mit Sicherheit. Durch Weiterdrehen der Welle B und des mit derselben außen verbundenen Hahns E wird alsdann die Ausströmung M abgesperrt, so daß das Wasser durch die oberen Düsen und die Öffnung M_1 fließen muß, worauf das Ventil V_1 auf der oberen Dampfdüse D_1 geöffnet und schließlich die Öffnung M_1 abgesperrt wird. Der Windkessel W dient, um Stöße, welche bei rascher Fahrt in der Druckleitung entstehen, aufzunehmen. Bei nichtsaugenden D. (Fig. 610) werden die Dampfventile und deren Bewegungseinrich-

tungen fortgelassen und der Anlaßhahn durch ein einfaches Ventil ersetzt. Das Anlassen geschieht alsdann durch Öffnen des Wasserzuflusses, dann des Dampfventils am Kessel und darauffolgendes Schließen des Ablaßventils. Für Lokomotiven sind die saugenden D. dieser Art, ihrer schwierigen Unterhaltung wegen, nicht zu empfehlen.

Den neuesten Fortschritt bilden jene Arten von D. (*restarting*), welche stets selbstthätig wieder in Gang kommen, wenn durch irgend welche Ursachen, harte Stöße, Lufteinsaugen u. s. w., ein unbeabsichtigtes

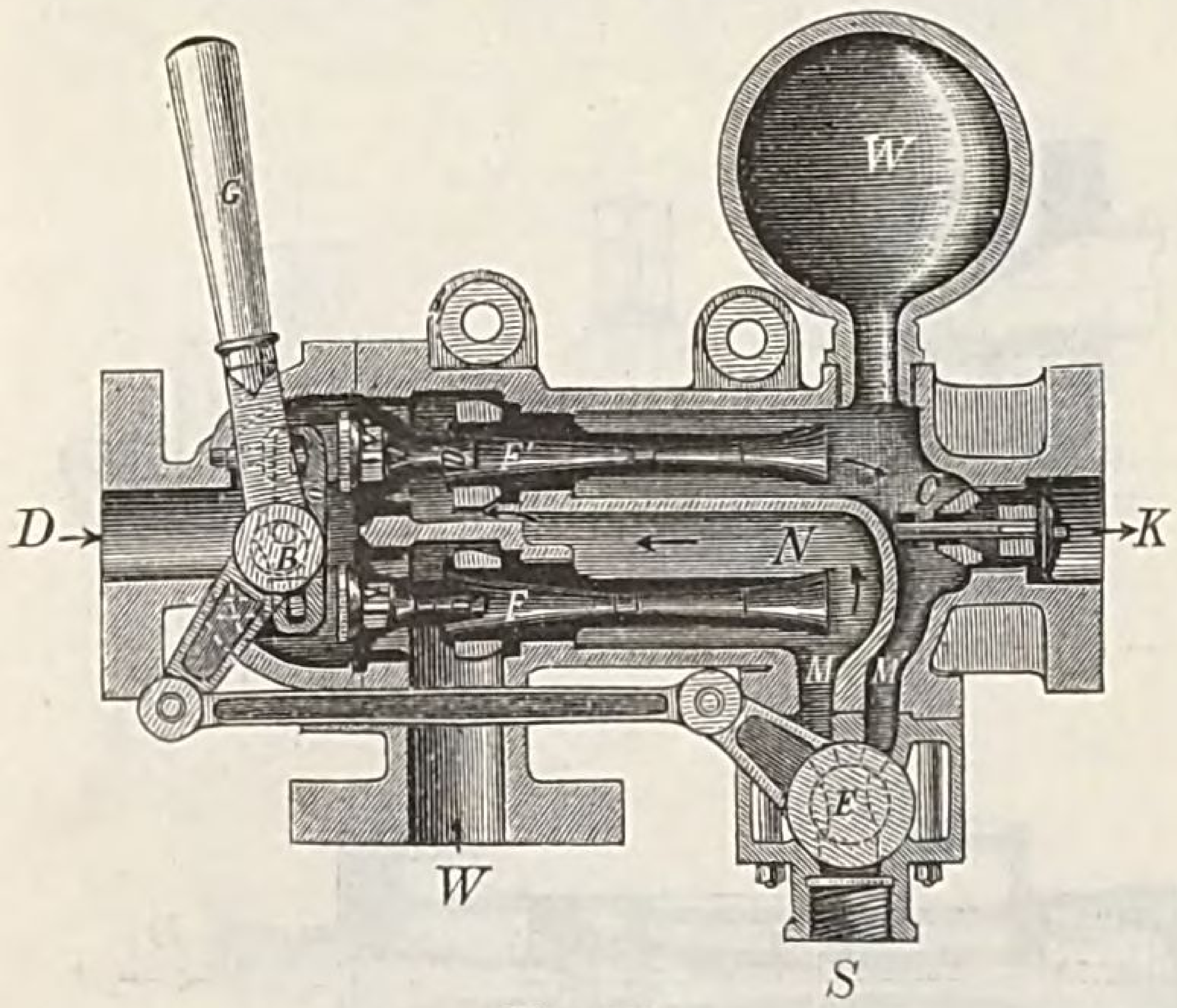


Fig. 609.

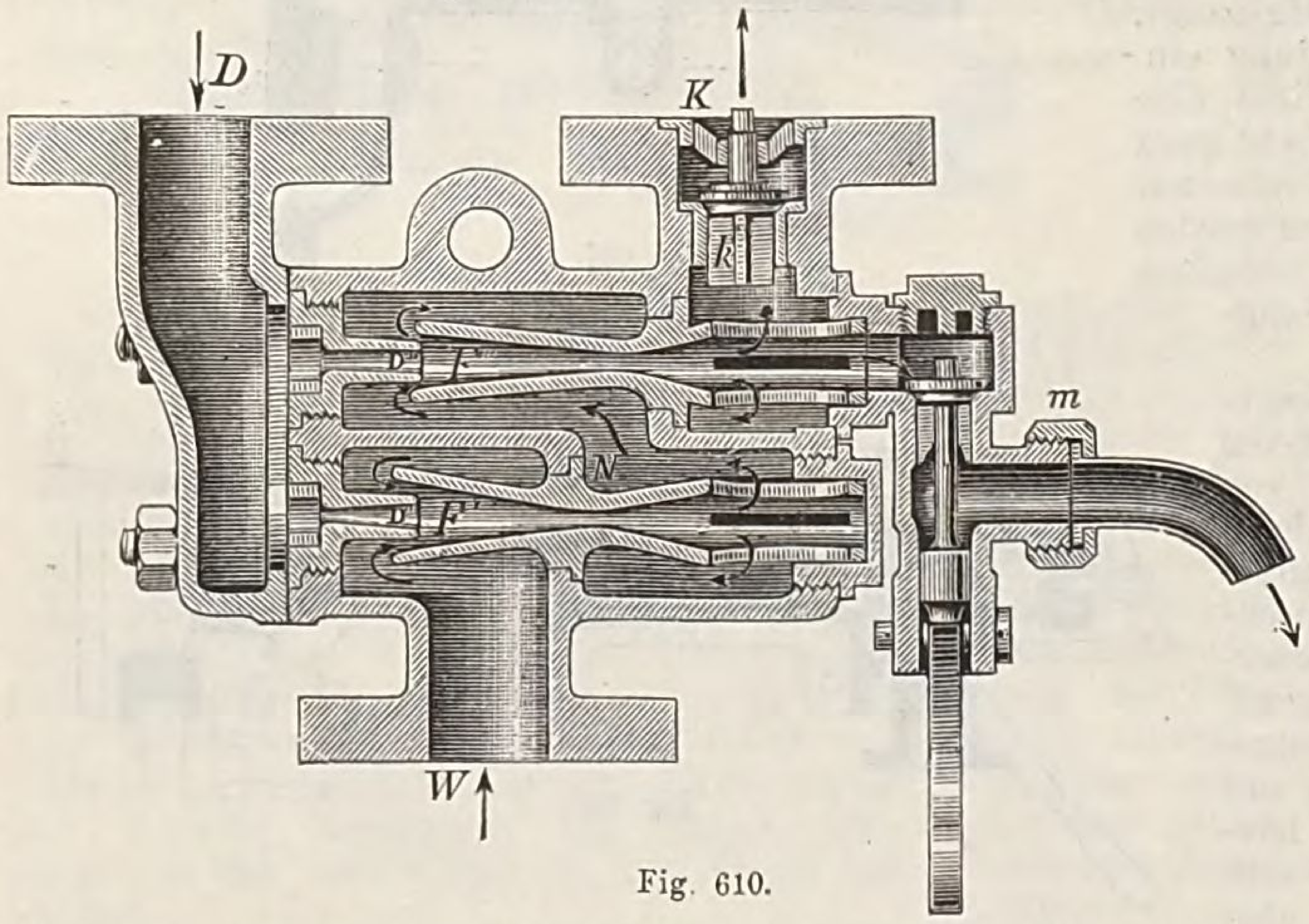


Fig. 610.

Absetzen stattgefunden hat.* Diese Pumpen besitzen bewegliche oder scharnierartig geteilte Mischdüsen. Die erstere ursprüngliche Anordnung von Gresham und Craven, 1884, wurde später auch von Teudloff in Wien verwendet. Die letztere Anordnung wurde nach dem Patente von Hamer und Metcalfe durch Schäffer & Budenberg in Magdeburg und später von Körting in Hannover und Friedmann in Wien ausgeführt. Diese Restarting-Mischdüsen öffnen sich, sobald Dampf hineinbläst, an einer Stelle von genügendem Querschnitt, indem die Mischdüse vorgleitet, bezw. die Scharnierklappe nach oben aufgeht, um den Dampfstrahl frei durchzulassen, wobei dieser das Wasser sofort wieder ansaugt; nach Wiedereinströmen des Wassers schließen sich dann die Düsen infolge der entstehenden Luftleere. Die ursprüngliche Gresham'sche Anordnung dieser Injektoren mit beweglicher Düse *b* ist aus Fig. 611 ersichtlich. Die Anordnung mit Charnierklappe, welche bei jedem inneren Überdruck sich sofort öffnet, um in der beschriebenen Weise zu wirken, ist durch Fig. 612 dargestellt. Das selbstthätige Wiederansaugen, welches die für andere Pumpen nötige Aufmerksamkeit des Lokomotivpersonals überflüssig macht, läßt die D. für Lokomotiven besonders geeignet erscheinen.

Im allgemeinen sind für Lokomotiven die nichtsaugenden D. den saugenden vorzuziehen, weil dieselben sicherer wirken und weil sie Störungen durch Undichtigkeiten der Saugleitung nicht ausgesetzt sind; dagegen sind dieselben den Frostschäden mehr als jene unterworfen und bedürfen geeigneter Vorrichtungen (Ablaßhähne), um während des Kaltstehens nicht einzufrieren. Die saugenden Pumpen sind gegen Undichtigkeiten der Saugleitung infolge des Einsaugens von Luft sehr empfindlich und versagen beim Ansetzen leicht, wenn das Wasser in der Saugleitung warm geworden ist, sind dagegen frostfrei, weil das Wasser nicht in denselben stehen bleibt und die Anbringung innerhalb des Führerschutzhauses gegen Einfrieren schützt.

Die **Leistungsfähigkeit der Strahlpumpen** richtet sich hauptsächlich nach der Größe des engsten Querschnitts der Mischdüse und beträgt 75 bis 100 $\times\ d^2$ Liter in der Minute, wobei d den engsten Düsendurchmesser in Millimetern bezeichnet. Da der Wasserverbrauch der Lokomotiven von deren Heizfläche H abhängt, so muß der Düsenquerschnitt zur Heizfläche in einem gewissen Verhältnis stehen, und man kann erfahrungsmäßig annehmen: für Personenzugs- und Tenderlokomotiven

$$d = 0{,}4 - 1\sqrt{H},$$

für Güterzugslokomotiven

$$d = 0{,}8 - 0{,}4\sqrt{H},$$

wobei H in Quadratmetern ausgedrückt ist. Der Durchmesser d in Millimetern gilt im Handel als Größennummer der Strahlpumpen.

Für diejenigen D., welche mit erwärmtem Wasser arbeiten können, insbesondere bei den Körting'schen Doppelpumpen, hat man, ähnlich wie für die alten Kolbenpumpen, stellenweise wieder Vorwärmung des Tenderwassers durch einen Teil des abgehenden Dampfes eingeführt. Eine zweckmäßige Vorrichtung dieser Art, welche im Bezirk der königl. Eisenbahndirektion zu Hannover an vielen Lokomotiven ausgeführt ist, besteht darin, daß fünf bis zehn Siederohre, von vorne nach hinten etwas fallend, in den Wasserkasten des Tenders eingezogen sind, durch welche ein Teil des abgehenden Dampfes streicht. Das Kondensationswasser fließt hinten frei ab.

Die Ersparnis an Brennmaterial, welche durch die Vorwärmung des Tenderwassers erzielt wird, beträgt rechnungsmäßig für je 10° Erwärmung $\frac{10}{660}$ = rund 1,5%; in Wirklichkeit fällt dieselbe etwas höher aus, da durch die verringerte Inanspruchnahme bei der Verdampfung der Nutzeffekt des Kessels etwas gesteigert wird. Durch die Vorwärmung des Wassers bis auf 60—65° sind bei Personenzugslokomotiven Ersparnisse bis zu 10%, bei Güterzugslokomotiven bis zu 8% erreicht worden.

Grashof ist bei seinen theoretischen Betrachtungen über die Wirksamkeit der D. zu folgenden Resultaten gelangt:

„1. Vermittels desselben Apparats kann um so mehr Wasser in einen Kessel gefördert werden, je höher die Dampfspannung in demselben ist, und zwar wächst diese Wassermenge in etwas geringerem Maß als die Quadratwurzel aus dem Überdruck des Dampfes im Kessel.

2. Mit steigender Temperatur des Wassers nimmt die Fördermenge ab.

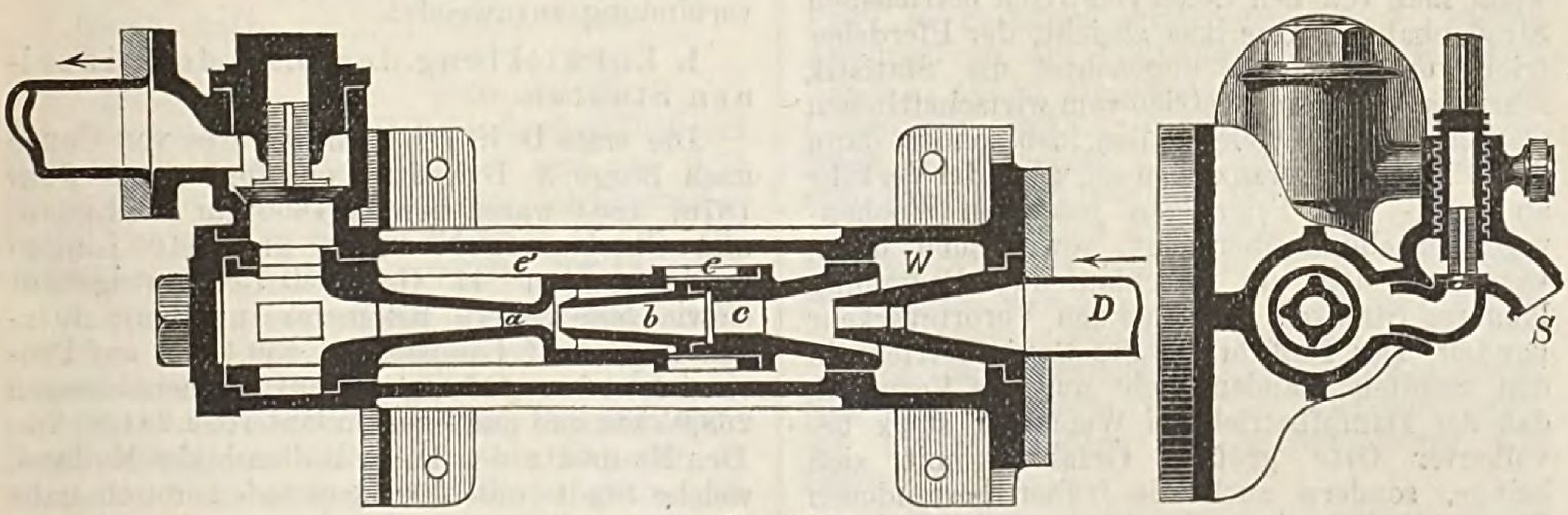


Fig. 611.

3. Die Saughöhe hat, so lange sie eine gewisse Grenze nicht überschreitet, nur ganz untergeordneten Einfluß auf die zu fördernde Wassermenge.

4. Soll der Apparat für sehr verschiedene Dampfspannungen gleich gut verwendet werden können, so muß die Ausflußmündung des Dampfes regulierbar sein, und umso weiter geöffnet werden, je höher die Dampfspannung ist.

5. Der zu öffnende Querschnitt der Ausflußmündung steigert sich, wenn auch in geringerem Maß, mit zunehmender Kälte oder Saughöhe des anzusaugenden Wassers.

6. Die erforderliche Weite der Dampfmündung bei gegebener kleinster Weite des Druckrohrs ist also mit Rücksicht auf die größte Dampfspannung, die kleinste Wassertemperatur und die größte Saughöhe zu berechnen, für welche der Apparat benutzt werden soll."

Die D. werden heute überall, mit Ausnahme von Nordamerika, wo noch viele Maschinen eine Laufpumpe besitzen, angewendet. Am verbreitetsten sind in Deutschland die Systeme: Körting, Dülken, Strube, Friedmann; in Österreich: Friedmann und Anschütz-Schlu; in Frankreich: Friedmann; in England: Gresham, Friedmann, Webb, Mansfield, Influx; in Amerika: Monitor, Mack. Außerdem die Systeme: Krauß, Delpèche, Polonceau, Sellers, Haswell, Schau, Giffard, Teudloff.

v. Borries.

Dampfstraßenbahnen, Dampftrambahnen (*Steam-tramways*, pl.; *Tramways*, m. pl., *à vapeur; chemins de fer*, m. pl., *sur les routes*), jene mit Dampfkraft betriebenen normal- oder schmalspurigen Nebenbahnen, welche in ihrer ganzen Ausdehnung oder in größeren Teilstrecken nicht auf eigens hierzu erworbenem Grund und Boden, sondern auf bestehenden öffentlichen Straßen geführt werden. Es lassen sich im allgemeinen zwei Gruppen von D. unterscheiden:

a) Stadt- und Vororte-D., d. h. solche (meist nur zur Personenbeförderung dienende) Betriebe, welche den Verkehr in dem Weichbild einer Stadt oder zwischen dieser und nächst gelegenen Ortschaften (Vororten) vermitteln;

b) D., welche nicht dem engsten Lokalverkehr dienen, sondern mit Benutzung von Landstraßen den Verkehr zwischen zwei, in größerer Entfernung voneinander liegenden Orten, sowie den Zwischenpunkten besorgen.

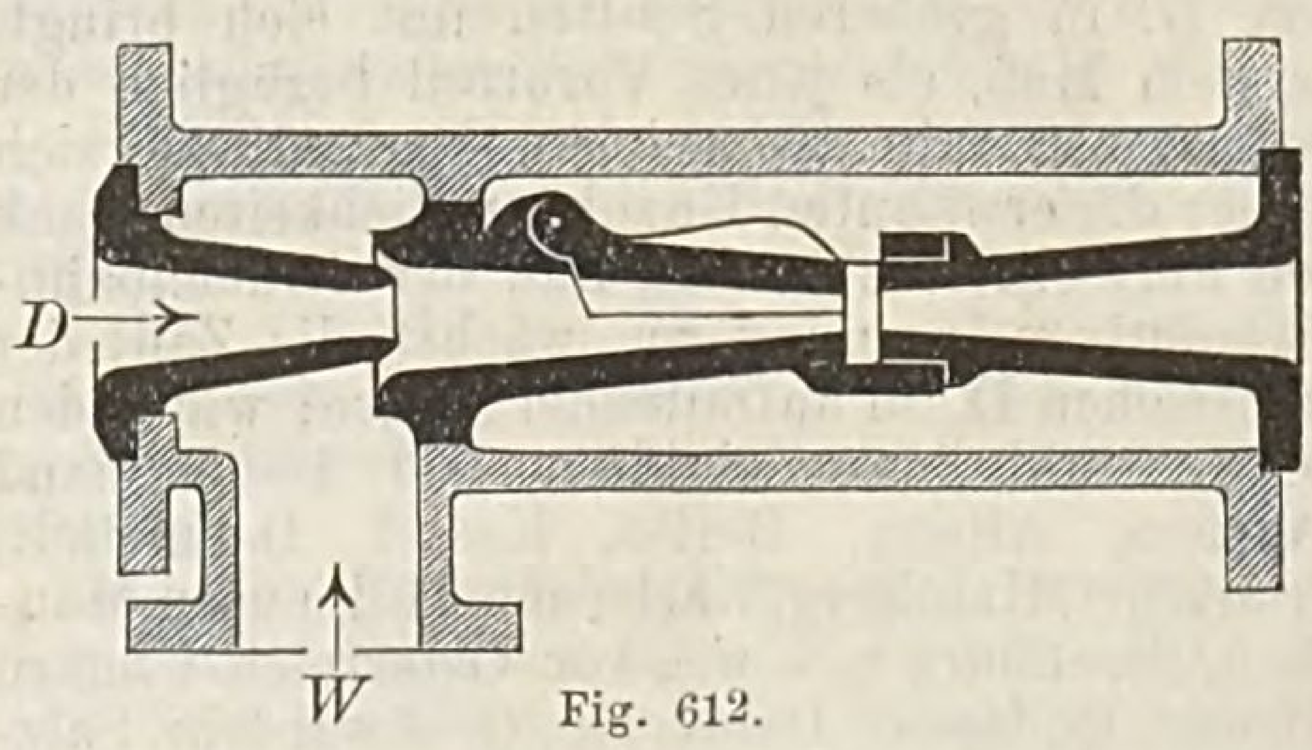


Fig. 612.

Die D. letzerer Gattung, welche meist Personen- und Güterverkehr besorgen, lassen sich von sonstigen Nebenbahnen kaum unterscheiden, zumal häufig der für den Bahnverkehr benutzte Streifen der Straße von dem für den gewöhnlichen Verkehr bestimmten Straßenteil durch Prellsteine, Steinschwellen u. dgl. abgeschlossen wird und dadurch den Charakter eines selbständigen Bahnkörpers erhält.

Thatsächlich pflegt man nicht überall die D. von den andern Nebenbahnen begrifflich zu unterscheiden, und werden die D. beispielsweise in Belgien als chemins de fer vicinaux, in Frankreich als chemins de fer économiques, in Deutschland als Bahnen untergeordneter Bedeutung (Sekundär-Vicinalbahnen), in Österreich als Lokalbahnen mitverstanden.

Der dritte internationale Eisenbahnkongreß (Paris 1889) sprach sich dafür aus, als Trambahnen die mit Pferden oder Lokomotiven betriebenen Bahnen zu benennen, welche nur den innern Stadtverkehr und die Verbindung mit nahegelegenen Vororten vermitteln, und jene Straßenbahnen, welche mehrere Bevölkerungshauptpunkte miteinander verbinden, als Sekundärbahnen zu bezeichnen. Dagegen vertrat der vom italienischen Ministerium zur Untersuchung der Nebenbahnfrage eingesetzte Ausschuß die Ansicht, daß als Trambahnen alle mit Pferden oder Lokomotiven betriebenen Bahnen anzusehen seien, deren Gleise ohne Abgrenzung von der eigentlichen Straße derart angeordnet sind, daß dieselben dem gewöhnlichen Fuhrverkehr stets zugänglich bleiben, dagegen als Chemins de fer économiques (Sekundärbahnen) diejenigen Bahnen, deren Gleise zwar auf der Straße liegen, jedoch von dem für den gewöhnlichen Verkehr bestimmten Straßenteil durch Prellsteine oder sonst getrennt sind.

Die städtischen D. waren bis in die letzten Jahre wenig zahlreich und blieb bei denselben, wenn man von den vielen elektrisch betriebenen Straßenbahnen Amerikas absieht, der Pferdebetrieb vorherrschend, ungeachtet die Statistik lehrt, daß der Dampfbetrieb vom wirtschaftlichen Gesichtspunkt in vielen Fällen, insbesondere dann dem Pferdezug vorzuziehen sei, wenn der Verkehr an Sonn- und Feiertagen jenen an Wochentagen erheblich übersteigt, sowie auch dann, wenn es sich um durchlaufende Bedienung längerer Strecken, also um den Vorortеverkehr handelt. Der Einführung des Dampfbetriebs in den Städten standen nicht nur das Vorurteil, daß der Dampfbetrieb im Weichbild stark bevölkerter Orte größere Gefahren mit sich bringe, sondern auch die früher bestandenen Unzukömmlichkeiten (Erschütterung, Geräusch, Rauchentwicklung) entgegen, welche der Betrieb von D. in größeren Städten mit sich bringt. In dem Maß, als jenes Vorurteil bezüglich der größeren Gefahr zu weichen beginnt, als sich ferner die erwähnten Unzukömmlichkeiten Dank den Fortschritten in dem Bau der Straßenbahnlokomotiven vermindern, wächst die Zahl der städtischen D. in auffallender Weise; wir finden D. in zahlreichen Städten von Deutschland (Aachen, Altona, Berlin, Kassel, Darmstadt, Frankfurt, Hamburg, Karlsruhe, Mülhausen, München, Straßburg u. s. w.), von Österreich-Ungarn (Brünn, Budapest, Debreczin, Großwardein, Salzburg, Szegedin, Wien), in Belgien (Antwerpen, Brüssel, Lüttich), in Holland (Amsterdam, Rotterdam, Haarlem, Haag), in der Schweiz (Genf, Luzern), in Frankreich (Cambrai, Lille, Lyon, Paris, Rouen, Valenciennes), in Italien (Bologna, Brescia, Florenz, Mailand, Rom, Turin u. s. w.), in England (Birmingham, Dublin, Edinburgh, London, Manchester), in Dänemark (Kopenhagen), in Spanien (Barcellona) etc.

Die überwiegende Mehrzahl dieser städtischen D. besorgt nicht so sehr den eigentlichen Stadt-, als vielmehr den Verkehr der letzteren mit angrenzenden Vororten.

Was die zweite Gruppe von D. betrifft, so werden dieselben entweder gebaut, um zwischen zwei volkreichen, durch Eisenbahnen nicht oder nur auf Umwegen verbundenen Ortschaften eine leichte und unmittelbare Verbindung herzustellen, oder um einer bestehenden Bahn den Verkehr einer Zweiglinie, welcher für eine Normalbahn unzureichend wäre, zuzuführen, oder endlich um in sehr bevölkerten Gegenden zwischen zwei wichtigen, schon von der Eisenbahn berührten Mittelpunkten und den dazwischen liegenden Ortschaften einen besonderen Verkehr zu vermitteln, welchem durch die bestehende Hauptbahn nicht in ausreichender Weise entsprochen werden kann; in letzterem Fall dienen die D. allerdings, wie verschiedene Beispiele in Italien zeigen, oft nur dazu, begünstigt durch billigere Anlage und einfacheren Betrieb, den bestehenden Vollbahnen Konkurrenz zu machen.

Die D. bilden im allgemeinen eine wirtschaftlich und verkehrspolitisch äußerst wertvolle Ergänzung und Vervollständigung des Eisenbahnneztes höherer Ordnung und erscheinen in vielen Fällen als das einzige Mittel, um jenen Verkehrsgebieten, bezüglich deren die Herstellung von Eisenbahnen höherer Ordnung wegen der Kostspieligkeit der Anlage oder wegen des unzureichenden Ertrags ausgeschlossen ist, die Vorteile einer Eisenbahnverbindung zuzuwenden.

I. Entwicklung der D. in den einzelnen Staaten.

Die erste D. in Italien war jene von Cuneo nach Borgo S. Dalmazzo (eröffnet am 8. Juni 1878). 1884 waren bereits 1660 km (91 Linien) und Oktober 1888: 2261,9 km (110 Linien) betrieben von 44 Gesellschaften, ausgebaut (sowie 500 weitere Kilometer im Bau); hiervon liegen auf Landstraßen 139,4 km, auf Provinzialstraßen 1572,2 km, auf Gemeindewegen 268,95 km und auf eigenem Unterbau 281,35 km. Den Hauptsitz der D. in Italien bildet Mailand, welche Stadt mit 300 Gemeinden durch nahe an 500 km Bahnen verbunden ist. Im übrigen verteilen sich jene 2261,9 km auf die einzelnen Provinzen, wie folgt: Lombardei 905,5 km, Piemont 774,3 km, Venetien 164,8 km, Emilia 134,5 km, auf die gesamten Südprovinzen 111,8 km, Toscana 81,4 km, Provinz Rom 49,1 km und auf die Romagna 40,5 km. Die bedeutendste Gesellschaft ist die der Ticinobahnen, welche zehn Linien von rund 250 km Gesamtlänge betreibt. Die nächstgrößten Betriebe haben: Die Piemonteser Dampftramwaygesellschaft mit 156,1 km, die Dampftramwaygesellschaft Mailand-Bergamo-Cremona mit 154,6 km, die Brescianer Dampftramwaygesellschaft mit 148 km, die Venetianische Baugesellschaft mit 121,4 km, die Dampfbahngesellschaft Brescia-Mantua-Ostiglia mit 107,5 km, die Tramwaygesellschaft Rom - Mailand-Bologna mit 99,5 km, die Società generale delle ferrovie economiche mit 81,4 km, die Unternehmung Valentini & Mazzorin mit 77,1 km, die Turiner Tramwaygesellschaft mit 74,9 km, The Piacenza-Bettola and Cremona Tramways Company limited mit 70,2 km, die Verceller Tramwaygesellschaft mit 65,8 km, die Allgemeine Tramwaygesellschaft Bari - Barletta mit 65 km.

Die außerordentlich rasche und mächtige Entwicklung der italienischen D., deren Betrieb, wenn man von der geringeren Fahrgeschwindigkeit absieht, fast auf der Höhe des Betriebs der Vollbahnen steht, wäre wohl nicht möglich gewesen, wenn nicht in Italien, und vor

allem in Oberitalien, die günstigsten Vorbedingungen für dieses Verkehrsmittel zusammengetroffen wären, so insbesondere die große Dichte der Bevölkerung, die eigenartige Stellung der oberitalienischen Städte, mit denen die benachbarten Orte lebhaften Verkehr unterhalten, sowie das Vorhandensein eines vortrefflichen, vielverzweigten Straßennetzes. In der Bedienung eines starken Personenverkehrs (Güterverkehr hatten 1885 nur 5 Gesellschaften) auf großen Entfernungen kennzeichnet sich auch die Eigenart der oberitalienischen D.

Die normale Spurweite ist (namentlich in Mailand, Como, Bergamo, Pavia) vorherrschend; doch kommen auch Spurweiten von 1,1 m, 1 m, 0,95 m und 0,75 m vor.

Durchschnittlich betragen pro Kilometer die Anlagekosten 24 000 Lire, die Beschaffungskosten des Materials 6000 Lire. Die Betriebseinnahmen stellen sich durchschnittlich auf 3000—6000 Lire pro Kilometer, und zwar erreichten

8 Gesellschaften	2000— 4000	Lire
3 „	4000— 5000	„
5 „	5000— 6000	„
5 „	6000— 7000	„
1 Gesellschaft	7000— 8000	„
2 Gesellschaften	8000— 9000	„
1 Gesellschaft	9000—10 000	„

Die Ausgaben belaufen sich durchschnittlich auf 2000—6000 Lire pro Kilometer und auf 0,75 bis 0,90 Lire pro Zugskilometer, der Betriebskoefficient auf 70—80% (kleinster 47,3 %, bei der Bahn Mailand-Pavia, größter 102,4%).

Unter der großen Zahl der bestehenden D. befinden sich manche, denen es an dem erforderlichen Erträgnis gebricht; einige D. (so jene von Vicenti und Asti) wurden zahlungsunfähig, und kam sogar ein Fall vor, in welchem eine Linie (Tortona-Sale) ganz aufgelassen wurde.

Die Geschwindigkeit bewegt sich gewöhnlich zwischen 15 und 18 km pro Stunde und steigt nur ausnahmsweise auf 20 und 25 km.

Die Mehrzahl der italienischen Linien genießt Subventionen von Provinzen und Gemeinden in verschiedensten Formen. Den italienischen D. werden andererseits verschiedene Leistungen für öffentliche Zwecke, namentlich die Besorgung des Post- und Telegraphendienstes auferlegt.

Eine sehr bedeutsame Entwicklung haben die D. auch in den Niederlanden genommen. Das kleine Land besaß Ende 1888: 31 Gesellschaften, welche zusammen 776 km D. betrieben. Der größere Teil hat die Spur von 1,067 m, ein weiterer Teil hat die Normalspur; vereinzelt kommt die Spur von 1 m und von 0,75 m vor.

Die meisten Bahnen in den Niederlanden haben sowohl Personen- als Güterverkehr; doch hat letzterer weitaus nicht die Bedeutung wie der Personenverkehr (1888: 3,3 Mill. Gulden aus dem Personenverkehr, 0,321 Mill. Gulden aus dem Güterverkehr). Die Regierung leistet für D. grundsätzlich keine Geldzuschüsse, dagegen beteiligen sich die Provinzen, wo es notwendig ist, an den Baukosten bis zu 10% derselben.

Die finanziellen Ergebnisse der niederländischen D. sind wenig günstig. Die durchschnittliche Jahreseinnahme pro Kilometer beträgt 4000—6000 Frs. Die Verzinsung des Anlagekapitals stellt sich durchschnittlich etwa auf 3%. Eine Reihe von D. liefert unbefriedigende Resultate. Fünf Gesellschaften schließen mit einem Verlust. Die größten Linien haben die Niederländische Tramwaygesellschaft (95 km), die Ostdampftramway (62,3 km), die D. Herzogenbusch - Helmond und die Yssel - D. (je 54 km), endlich die Haag'sche D. (41,58 km).

Niederländisch - Indien besitzt 68 km D., darunter 39 km Staatsbahnen.

In Belgien befinden sich, wenn man von den städtischen Straßenbahnen (Bruxelles - Ixelles-Boendael, 6,2 km, Tramways de l'Est in Brüssel, 3,9 km, Vicinaux belges de Charleroi, 7,1 km, und Liège-Seraing, 10 km) absieht, fast alle D. im Besitz der Société nationale des chemins de fer vicinaux, welche Ende 1889 504 km Vicinalbahnen im Betrieb hatte; dieselben sind zum größten Teil auf öffentlichen Wegen angelegt und führen durch die Straßen dicht bevölkerter Städte und Dörfer.

Die Linien der belgischen Société nationale des chemins de fer vicinaux haben Spurweiten von 1 m, 1,067 m und 1,435 m; die Spur von 1,067 m bezüglich derjenigen Linien, welche Anschluß an die holländischen Vicinalbahnen haben, 1,435 m als Ausnahme bei sehr kurzen Linien mit starkem Güterverkehr, um das Umladen zu vermeiden. Die Anlagekosten stellen sich auf circa 42 000 Frs. pro Kilometer.

Die finanziellen Ergebnisse der belgischen Vicinalbahn-Gesellschaft sind nicht ungünstig, zwei Linien waren passiv, die übrigen weisen einen Betriebskoefficienten von 50,7—87% auf.

Von den städtischen Straßenbahnen deckt jene von Charleroi kaum die Betriebskosten, die übrigen liefern ein mittelmäßiges Erträgnis.

In Frankreich, wo der Dampfbetrieb vor einigen Jahren wohl infolge schlechter Maschinenkonstruktionen mißglückte, lebt derselbe in der allerletzten Zeit wieder mächtig auf.

Frankreich besitzt an Straßenbahnen mit mechanischem Betrieb 228,655 km, und zwar sind hiervon 55,408 km nur für den Personenverkehr, 173,247 km dagegen auch für den Güterverkehr eingerichtet. Von den letzteren genießen 52,529 km die staatliche Zinsengewährleistung.

Für den Personenverkehr sind eingerichtet vier Linien mit 55,4 km (St. Étienne, Rive de Gier über St. Étienne nach Firminy, Nantes, Vincennes nach Ville-Evrard), für den Personen- und Güterverkehr acht Linien (in Valenciennes, von Fourmies nach Wignehies, in Lille, von Thizy nach Saint Victor, von Rueil nach Marly-le-Roi, in Villiers-le-Bel, von Cambrai nach Catillon, von Grand-Lucé nach La Chartre).

Die Spurweite der französischen D. beträgt 1—1,44 m.

Der kilometrische Überschuß stellt sich im Mittel etwa auf 5000 Frs., die durchschnittliche Verzinsung beläuft sich auf 3,97%; zwei Verwaltungen erreichten mehr als 5%, sechs mehr als 3%, jedoch weniger als 5%; eine deckte nicht die Kosten des Betriebs.

Deutschland besaß Ende März 1889 nach der deutschen Reichseisenbahnamtstatistik 735,53 km normalspurige D. (nicht inbegriffen die D. von Berlin, Duisburg - Monning, Dort-

mund, Hamburg-Wandsbek, Karlsruhe-Durlach, Kassel, Groß-Lichterfelde-Teltow), ferner 511,26 Kilometer schmalspurige Bahnen (nicht inbegriffen die D. Crefeld-Uerdingen, Itzehoe-Lägerdorf, Mannheim-Feudenheim). Die Mehrzahl der schmalspurigen D. (darunter sämtliche im Privatbetrieb stehende D., mit Ausnahme der Darmstadt-Eberstadter Eisenbahn, ferner die Feldabahn, die Bahn Eichstätt [Bahnhof]-Eichstätt [Stadt], endlich die Hildburghausen-Heldburger Eisenbahn) haben die Spur von 1 m, die übrigen eine solche von 0,9, 0,785 (Brölthalbahn) und 0,75 m. Von den normalspurigen D. liegen 323,18 km, von den schmalspurigen 258,85 km auf öffentlichem Straßengrund.

Die schmalspurigen D. konnten namentlich infolge des entschiedenen Eintretens des V. D. E.-V. für die Normalspur in Deutschland lange keinen Boden gewinnen. In den allerletzten Jahren wächst jedoch die Zahl der schmalspurigen D. in erheblicher Weise. Die älteste Schmalspurbahn in Deutschland ist die 33,39 km lange Brölthalbahn, welche für den Güterverkehr 1862/63, für den Personenverkehr 1873 eröffnet wurde.

In nachstehender Tabelle sind die Längen der normal- und schmalspurigen D. Deutschlands, unter Ausscheidung des auf Straßengrund geführten Teils, ferner die Einnahmen und Ausgaben pro Kilometer, der Betriebskoefficient, die Höhe des aufgewendeten Anlagekapitals und der Verzinsung des letzteren für das Geschäftsjahr 1888/89 zusammengestellt.

Name der Bahn	Länge	Auf Straßengrund	Pro Kilometer Einnahm.	Pro Kilometer Ausgaben	Koefficient	Verwendetes Anlagekapital pro km	Überschuß in Prozenten d. Anlagekap.
	km	km	Mk.	Mk.	%	Mk.	
A. Normalspurige Straßenbahnen.							
1. Staatsbahnen und auf Rechnung des Staats verwaltete Bahnen:							
a) Im Bezirk der Reichseisenbahnen in Elsaß-Lothringen	19,02	3,00	—	—	—	—	—
Preußische Staatsbahnen:							
b) im Bezirk der kgl. Eisenbahndirektion Altona	4,19	3,56	—	—	—	—	—
c) im Bezirk der kgl. Eisenbahndirektion Berlin	16,93	10,49	—	—	—	—	—
d) im Bezirk der kgl. Eisenbahndirektion Breslau	19,73	11,45	—	—	—	—	—
e) im Bezirk der kgl. Eisenbahndirektion Bromberg	14,82	14,67	—	—	—	—	—
f) im Bezirk der kgl. Eisenbahndirektion Elberfeld	108,88	31,66	—	—	—	—	—
g) im Bezirk der kgl. Eisenbahndirektion Hannover	68,50	21,30	—	—	—	—	—
h) im Bezirk der kgl. Eisenbahndirektion Köln (linksrhein.)	25,03	12,54	—	—	—	—	—
i) im Bezirk der kgl. Eisenbahndirektion Köln (rechtsrhein.)	189,48	107,18	—	—	—	—	—
k) bayrische Staatsbahnen	47,08	19,34	—	—	—	—	—
l) im Bezirk der oberhessischen Eisenb.	32,63	9,64	—	—	—	—	—
m) Jever-Karolinensiel (Oldenburg'sche Staatsbahn)	18,12	3,05	—	—	—	—	—
n) im Bezirk der Weimar-Berka-Blankenhainer Eisenbahn	32,16	9,48	—	—	—	—	—
2. Privatb. unter Staatsverwaltung:							
Ilmebahn	13,26	0,95	4 045	2 706	66,90	47 504	2,82
3. Privatbahnen unter eigener Verwaltung:							
Altona-Kaltenkirchener Eisenbahn	36,07	22,49	3 419	2 268	66,34	35 699	3,23
Eisern-Siegener Eisenbahn	12,30	9,08	21 233	9 605	45,24	104 705	11,08
Hoyaer Eisenbahn	6,91	0,75	6 494	4 699	72,37	52 098	3,44
Warstein-Lippstadter Eisenbahn	30,88	11,70	7 673	3 488	45,46	55 446	7,89
Eisenberg-Krossener Eisenbahn	8,25	4,50	9 955	6 197	62,25	48 485	7,75
Osthofen-Westhofener Eisenbahn	6,06	2,50	4 872	3 068	62,97	45 413	3,97
Reinheim-Reichelsheimer Eisenbahn	17,94	11,95	4 529	2 639	58,28	39 147	4,83
Ruhlaer Eisenbahn	7,29	1,90	7 469	3 921	52,50	56 653	6,26
B. Schmalspurige Straßenbahnen.							
1. Staatsbahnen und auf Rechnung des Staats verwaltete Bahnen:							
a) im Bezirk der bayrischen Staatsbahnen (Eichstätt Bahnhof-Eichstätt Stadt).	5,17	0,82	6 819	3 852	56,49	61 968	4,79
b) im Bezirk der sächsischen Staatsbahnen:							
Klotzsche-Hermsdorf-Moritzdorf-Königsbrück	19,49	0,36	—	—	—	—	—

Name der Bahn	Länge	Auf Straßengrund	Pro Kilometer Einnahm.	Pro Kilometer Ausgaben	Koefficient	Verwendetes Anlagekapital pro km	Überschuß in Prozenten d. Anlagekap.
	km	km	Mk.	Mk.	%	Mk.	
Radebeul - Moritzburg - Eisenberg-Radeburg	16,55	0,14					
Schönfeld-Geyer	9,04	3,41					
Wilischthal - Gelenau - Ehrenfriedersdorf und Oberherold-Thum	15,81	0,42	5 041	3 388	67,20	57 147	2,46
Wilkau-Kirchberg-Saupersdorf	10,05	4,62					
Zittau-Reichenau-Markersdorf	13,71	0,54					
c) Feldabahn (Staatsb. im Privatbetrieb)	44,00	26,10	2 555	1 672	65,43	31 505	2,80
d) Hildburghausen - Heldburger Eisenbahn (Staatsbahn im Privatbetrieb)	30,00	17,88	1 349	1 671	123,89	25 000	0,55
2. Privatb. unter Staatsverwaltung:							
Ocholt-Westersteder Eisenbahn	7,00	2,90	2 032	1 110	54,63	28 368	3,25
3. Privatbahnen unter eigener Verwaltung:							
Brölthaler Eisenbahn	33,39	29,14	2 883	1 852	64,24	17 334	5,95
Darmstadt-Griesheimer und Darmstadt-Eberstadter Eisenbahn	13,25	12,66	8 287	4 251	51,29	34 700	11,63
Doberan-Heiligendammer Eisenbahn	6,61	0,43	8 052	4 452	55,29	38 757	3,11
Filderbahn (Degerloch-Hohenheim)	8,50	4,50	—	—	—	29 412	—
Gernrode-Harzgeroder Eisenbahn	17,50	0,20	3 668	3 283	89,51	51 429	0,49
Kaysersberger Thalbahn	29,17	21,02	6 057	3 666	60,53	59 500	4,02
Kerkerbachbahn	15,84	0,73	4 629	3 876	83,73	82 914	0,91
Kreis Altenaer Schmalspurbahnen	34,59	29,45	4 939	4 674	94,63	61 419	0,43
Mannheim-Weinheimer Eisenbahn	17,66	3,92	6 786	4 822	71,06	73 088	2,69
Pfalzburger Straßeneisenbahn	8,77	2,70	7 701	5 668	73,60	68 415	2,97
Rappoltsweiler Straßeneisenbahn	4,00	4,00	10 641	8 201	77,07	50 000	4,88
Ravensburg-Weingartener Eisenbahn	4,18	3,63	9 322	4 485	48,11	45 226	10,54
Straßburger Straßenbahnen	71,92	65,95	5 507	4 662	84,65	14 903	2,66
Mülhausen-Ensisheim-Wittenheim	24,02	22,23	3 733	2 878	77,08	20 340	3,66
Weimar-Rastenberger Straßenbahn	51,04	1,00	1 584	1 795	113,31	50 940	0,41

In Österreich werden insgesamt ungefähr 90 km D. von sechs Gesellschaften betrieben (die Dampftramwaygesellschaft vormals Kraus & Cie. mit 45 km, Salzburger Eisenbahn- und Tramwaygesellschaft 13 km, Brünner Lokaleisenbahngesellschaft 10 km, Neue Wiener Tramwaygesellschaft Wien-Baumgarten 5 km, Wiener Lokalbahn-Aktiengesellschaft [Wien-Neudorf] 13 km, Dampftramway Wien-Nußdorf 4 km). Die erste D. (Hietzing-Perchtoldsdorf 10,4 km) wurde am 27. Oktober 1883 eröffnet. Die sämtlichen D. Österreichs sind normalspurig. Die erste schmalspurige D. Österreichs von Ischl nach Strobl ist im Bau begriffen.

Die D. in Österreich befassen sich fast nur mit der Beförderung von Personen. Güter werden auf zwei D. überhaupt nicht befördert und auch sonst ist der Gütertransport ein höchst geringfügiger. Die kilometrischen Einnahmen bewegten sich im Jahr 1888 zwischen 4500 fl. und 23 300 fl.

Die österreichischen D. genießen wohl keine Subventionen, dagegen Steuern- und Gebührenfreiheit.

In Ungarn bestehen normalspurige D. in Debreczin 6 km, Großwardein 4,3 km, Szegedin 7,6 km, dann von Budapest nach Haraszti, Csinkota und St. Endrée 43 km.

Die Schweiz besitzt rund 137 km D., von denen gegen 100 km auf Straßengrund liegen. Die Bahnen (Genf-Carouge-Annemasse, Genf-Veyrier, Lausanne-Echallens, Luzern-Kriens und die Aargauisch-Luzern'sche Seethalbahn) haben die Normalspur, die Birsigthalbahn, die Frauenfeld-Wyler Bahn und die Bahn St. Gallen-Gais (1889 eröffnet) die Spur von 1 m, endlich die Waldenburger Bahn die Spur von 0,75 m.

Die kilometrischen Einnahmen gestalteten sich 1887 folgendermaßen:

	kilometr. Einnahme		Betriebskoefficient
Luzern-Kriens	13 874	Frs.	81,71 %
Seethalbahn	4 758	„	75,71 „
Birsigthalbahn	11 472	„	69,84 „
Frauenfeld-Wyl	5 288	„	79,16 „
Waldenburger Bahn	4 620	„	71,19 „
Genf-Veyrier	15 184	„	53,67 „
Lausanne-Echallens	4 612	„	74,69 „

In Großbritannien und Irland, woselbst die Entwicklung der Tramways durch drückende gesetzliche Bestimmungen gehemmt wurde, finden sich D. im Bereich großer Städte (Birmingham, Blackburn, Bradford, Dublin, Dudley, Dundee, Edinburgh, Leeds, London [North], Manchester etc.), ferner in Umgebungen einiger Städte (Birmingham, Dublin, Manchester). Die Zahl der Pferdebahnen, welche zum Lokomotivbetrieb übergehen, wächst in den letzten Jahren beträchtlich. 1887 war bereits bei 22 Gesellschaften ausschließlich Lokomotivbetrieb, bei 41 Gesellschaften gemischter Betrieb eingeführt.

In Amerika wird der Dampfbetrieb auf den städtischen Straßenbahnen immer mehr durch elektrischen und Seilbetrieb verdrängt. D. bestehen unter anderem in Birmingham,

Brooklyn, Cincinnati, New-Orleans, Philadelphia, Topeka, Havanna (auf Cuba), Bahia und Recife (Brasilien).

II. Gesetzliche Bestimmungen über Anlage und Betrieb der D. in den einzelnen Staaten.

In Italien ist bisher trotz wiederholter Bestrebungen der Regierung ein besonderes, auf D. bezügliches Gesetz noch nicht zustande gekommen.

Nach dem gegenwärtigen Rechtszustande werden die D. nur als eine Verbesserung des Straßenwesens betrachtet und fallen demgemäß unter das Gesetz für öffentliche Arbeiten vom 20. März 1865.

Die Konzession wird vom jeweiligen Eigentümer der Straße im Weg eines Vertrags, betreffend die Benutzung derselben zum Legen der Gleise erteilt. Es gewährt somit die Konzession der Staat für die Staatsstraßen, die Provinz für die Provinzialstraßen, die Gemeinde für die Gemeindestraßen. Benutzt eine D. Provinzial- und Gemeindestraßen, oder berührt dieselbe das Gebiet mehrerer Gemeinden, so muß die Konzession von allen beteiligten Faktoren erteilt werden. Die Provinzen erteilen die Konzession nur, wenn die Zustimmung der Gemeinden zur Benutzung ihrer Straßen nachgewiesen ist.

Das Ministerium für öffentliche Arbeiten erteilt in allen Fällen die Genehmigung für den Lokomotivbetrieb, und muß darum schon vor Beginn des Baues bei dem Ispettorato delle strade ferrate angesucht werden (Ministerialdekret vom 16. August 1881). Die Konzession zum Bau und Betrieb erteilt der Provinzialpräfekt mittels Ausstellung eines Bedingnisheſts (*capitolato*). Die Bedingnishefte der Provinz enthalten die hauptsächlichsten Betriebsvorschriften (Fahrgeschwindigkeit, Zusammensetzung der Züge, Beschaffenheit des Fahrmaterials, Bedienung des Zugs, Aufstellung der Fahrordnung, Überwachung des Betriebsdienstes u. s. w.). Die Provinzialverwaltungen erlassen noch außerdem allgemeine Betriebsvorschriften.

Die Betriebsordnung des Präfekten von Mailand vom 24. September 1883 bestimmt die größte Fahrgeschwindigkeit mit 18 km. Sie verbietet größere Zugslänge als 30 m und Beigabe von mehr als vier Wagen zu einem Zug (gewöhnlich besteht dieser aus zwei Personenwagen und einem Gepäckswagen).

Die Konzessionsdauer wird meist mit 50 Jahren, mitunter mit 60, seltener mit 30, 40, 70 und 99 Jahren bemessen.

Ein Enteignungsrecht wird in Italien nur den Bahnen, welche auf eigenem Bahnkörper geführt sind (*ferrovie economiche*), nicht aber den D. eingeräumt.

Der Staat hebt für D. weder die 13% Verkehrssteuer noch Stempelgebühren für Fahr- und Frachtscheine ein. Für die Erlaubnis der Straßenbenutzung zahlen die D. gewöhnlich einen sehr niedrigen jährlichen Canon (Grundzins).

Durch Cirkularverfügung des Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 20. Juni 1879 sind die Normen erlassen, auf Grund deren der Bau und Betrieb der D. durchzuführen ist; im Anhang zu dieser Verfügung sind die, allerdings vielfach nicht eingehaltenen fünf Typen für D., bezw. Nebenbahnen aufgestellt, und zwar:

Klasse 1. Vollspur, höchste Geschwindigkeit 40 km, geringster Halbmesser 200 m, höchste Steigung 35.

Klasse 2. Vollspur, höchste Geschwindigkeit 30 m, geringster Halbmesser 50 m, höchste Steigung 50.

Klasse 3. Vollspur, größte Geschwindigkeit 20 km, kleinster Halbmesser 100 m, höchste Steigung 50.

Klasse 4. Spurweite 0,95 m, höchste Geschwindigkeit 35 km, kleinster Halbmesser 70 m, höchste Steigung 50.

Klasse 5. Spurweite 0,70 m, höchste Geschwindigkeit 25 km, geringster Halbmesser 40 m, höchste Steigung 50.

Das immer dringendere Bedürfnis nach gesetzlicher Regelung der D. veranlaßte die Regierung, im Jahr 1880 einen einschlägigen Gesetzentwurf einzubringen, durch welchen eine 20jährige Konzessionsdauer festgesetzt und behufs Loslösung der Konzessionierung von der Willkür der beteiligten Gemeinden bestimmt werden sollte, daß die Konzession von der maßgebenden Instanz erteilt werden kann, wenn auch nur die Genehmigung der Eigentümer von nur zwei Dritteln der zu benutzenden Straßenlänge vorliegt. Falls die Bahn die Straßen mehrerer Gemeinden oder Provinzen berührt, hätte die Konzession von der nächst höheren Instanz (Provinz oder Staat) erteilt zu werden. Der Gesetzentwurf fand vielfache Anfechtung und kam nicht über den Kammerausschuß hinaus.

Im Jahr 1886 berief der Minister der öffentlichen Arbeiten einen Ausschuß ein, dem die Beratung über die gesetzliche Regelung des Straßen- und Nebenbahnwesens übertragen war. Auf Grund der Beratungen dieses Ausschusses wurde Ende 1889 der Kammer ein neuer Gesetzentwurf vorgelegt, welcher den Titel führt „Straßenbahnen mit Maschinenbetrieb und Nebenbahnen“ (*Tramvie a trazione meccanica e ferrovie economiche*). Die wesentlichsten Bestimmungen dieses Gesetzentwurfes sind: die Erlaubnis zur Anlage der D. soll in jedem Fall vom Eigentümer der Straße, die Genehmigung des Betriebs mit Maschinenkraft jedoch durch allerhöchsten Erlaß auf Antrag des Arbeitsministers erteilt werden. Die Konzessionsdauer soll 40 Jahre nicht übersteigen. Die Provinzen und Gemeinden können den Betrieb nicht selbst übernehmen, dürfen aber den Unternehmern Unterstützungen gewähren; ebenso sind auch Staatssubventionen in Aussicht gestellt. Neben dem Gleis sollen noch 5 m Straßenbreite frei bleiben. Zwischen den Gebäuden und den äußersten Vorsprüngen der Betriebsmittel sollen mindestens 0,8 m Spielraum bleiben. Die Fahrgeschwindigkeit soll bei Tag 24 km, bei Nacht 18 km nicht übersteigen; bei Straßenbahnen mit mehr als 20 km Zugsgeschwindigkeit sollen die Verkehrsabgaben, bei den übrigen Straßenbahnen die Steuer für Frachtgutsendungen und bei Entfernungen von mehr als 10 km auch die Gebühr für Fahrkarten eingehoben werden. Weiterhin ist der Regierung die Genehmigung der sonstigen Grundlagen des Betriebs, ferner die Bewilligung von Fahrplänen und Tarifen vorbehalten.

In Belgien müssen städtische Tramways und sonstige D. unterschieden werden; erstere sind den Bestimmungen des Gesetzes vom

9. Juli 1875 unterworfen, während für die eigentlichen *tramways à vapeur* die Vorschriften des Vicinalbahngesetzes vom 24. Juni 1885 gelten; darnach erfolgt die Konzessionserteilung für Nebenbahnen durch königliche Verordnung nach Anhörung der Gemeinderäte und der ständigen Ausschüsse der Provinzialräte, und zwar in erster Linie an die Nationalgesellschaft (Société nationale des chemins de fer vicinaux).

Die Konzessionen werden auf längstens 90 Jahre verliehen. Das Enteignungsrecht wird auch zur Anlage der D. zugestanden. Den Konzessionären obliegt, falls die Bahn neben der Straße angelegt ist, die Erhaltung des benutzten Streifens, der angrenzenden Gräben, Wasserrinnen etc.; falls sie dagegen auf der Straße angelegt ist, des Raums zwischen dem Gleis und außerdem eines Streifens von 0,6 m auf jeder Seite, bezw. wenn der Zwischenraum zwischen Schiene und Wegeinfassung 1 m nicht übersteigt, des ganzen Zwischenraums. Die Bedingungen des Betriebs werden von der Regierung festgestellt. Die Tarife unterliegen der Genehmigung der Regierung.

In Frankreich konzessioniert eine D.:

a) die Regierung, wenn die Linie durch mehrere Departements geht oder auch nur zum Teil Staatsstraßen benutzt;

b) der Generalrat des Departements, wenn die Bahn dessen Straßen oder mehrere Gemeindegebiete im Departement berührt;

c) die Gemeinde, falls nur deren Straße benutzt wird.

Dem Municipalrat einer Gemeinde steht dieses Recht nur in dem Fall zu, wenn die Straßenbahn das Territorium derselben nicht verläßt und einen gewöhnlichen Vicinal- oder Feldweg benutzt. In jedem Fall hat sich der Staat durch die erforderliche Prüfung der Projekte seitens des Generalrats für Brücken und Straßen, und seitens des Staatsrats den entsprechenden Einfluß auf die Anlage der D. gewahrt (Gesetz vom 11. Juni 1880). Die Konzession wird nicht unmittelbar Einzelunternehmern verliehen, sondern es giebt der Staat dieselbe an Städte oder Departements mit dem Vorbehalt der weiteren Übertragung; die Departements können die Konzession dem Staat oder einer Gemeinde, letztere dem Staat oder einem Departement erteilen.

Die Gemeinnützigkeitserklärung und Ermächtigung zur Ausführung erfolgt bei D. nach öffentlicher Vernehmung der Beteiligten durch ein im Staatsrat beschlossenes Dekret über Vortrag des Ministers für öffentliche Arbeiten im Einverständnis mit dem Minister des Innern. Das Recht zur Benutzung des Straßengrunds für D. kann bei mangelnder Zustimmung der Straßeneigentümer im Enteignungsweg erworben werden.

Für D., welche für den Frachtenverkehr eingerichtet sind, ist nach dem Gesetz vom 11. Juni 1880 eine Subventionierung seitens des Staats mit 500 Frs. pro km für den Fall gewährleistet, als die Betriebseinnahmen nicht hinreichen, die Betriebskosten zu decken.

Durch Dekret des Präsidenten der Republik vom 6. August 1881 (Établissement et exploitation des voies ferrées sur le sol des voies publiques) wurden in Ausführung des Gesetzes vom 11. Juni 1880 ausführliche Bestimmungen über Anlage und Betrieb der D. getroffen; aus diesen Bestimmungen sei Folgendes hervorgehoben: Die Projekte unterliegen der Genehmigung des Präfekten, bezw., soweit die Bahn nicht auf Straßengrund läuft, des Ministers.

Der nötige Straßengrund muß vom Unternehmer gekauft werden, falls nicht Ausnahmen vom Eigentümer zugestanden werden; die Erhaltung der Straßen wird dort, wo der Bahnkörper nicht von der Straße abgetrennt ist, fallweise im Bedingnisheft geregelt, dort dagegen, wo der Bahnkörper für anderes Fuhrwerk nicht zugänglich ist, muß der Konzessionär nicht bloß den für den Bahnkörper benutzten Straßenteil, sondern auch noch einen Straßenstreifen von 1 m, gemessen vom äußeren Schienenstrang, erhalten. Kreuzungen dürfen in der Straßenebene stattfinden; die Spurweite wird durch das Bedingnisheft festgesetzt.

Was den Betrieb anbelangt, so enthält obiges Dekret unter Anderem Bestimmungen über die Länge der Züge (60 m), über die Zusammensetzung derselben und ihre Bedienung, über die Beschaffenheit der Betriebsmittel (größte Breite samt Ladung 2,8 m, bezw. die $2^1/_2$fache Gleisweite, Höhe der Wagen 4,2 m bei Normalspur), über die Festsetzung der kleinsten und größten Geschwindigkeit in den einzelnen Sektionen durch den Präfekten (Maximum 20 km), über die Überwachung des Betriebs u. s. w.

In den Niederlanden werden Konzessionen für D. durch die Regierung, die Provinzen, bezw. die Gemeinden des Gebiets gegeben, innerhalb dessen die Linien erbaut werden sollen. Hierzu muß in gewissen Fällen die Zustimmung der Eigentümer der auf den Wasserschutzdämmen errichteten Straßen hinzukommen.

Die Konzessionäre müssen den Straßeneigentümern gewöhnlich eine Peagegebühr entrichten, welche meist für die Lokomotive mit 10 Cts., für einen Personenwagen mit 6 und für einen Güterwagen mit 2 Cts. bemessen ist.

Die größte Fahrgeschwindigkeit ist mit 15 km pro Stunde festgesetzt.

In Preußen unterwirft man jene D., welche den öffentlichen Verkehr innerhalb derselben Ortschaft bezwecken, den Bestimmungen der Gewerbeordnung vom 21. Juni 1869 und überweist sie der Regelung seitens der Straßen- und Verkehrspolizei; die Genehmigung wird erst erteilt, wenn ein Einvernehmen zwischen dem Unternehmer und Straßeneigentümer hergestellt ist; im Fall des Widerspruchs des letzteren kann das Zwangsenteignungsverfahren eingeleitet werden. Die Versagung der Genehmigung seitens der Polizeibehörde darf nur aus Gründen des öffentlichen Wohls erfolgen und ist im Verwaltungsstreitverfahren anfechtbar.

Durch Ministerialerlässe vom 14. Juni 1872 und 19. März 1873 wurde ausgesprochen, daß ohne Unterschied der gewählten Betriebskraft und des Umstands, ob der Betrieb bloß die Personenbeförderung umfasse oder sich auch auf die Güterbeförderung erstrecke, die Straßenbahnen der ortspolizeilichen Regelung unterstehen. In einem Erlaß vom Jahr 1879 hat sich der Minister die Prüfung vorbehalten, ob eine geplante Bahnanlage lediglich für ein Straßengewerbe oder für einen Eisenbahnbetrieb bestimmt erscheine und deshalb zur Ausführung der landesherrlichen Genehmigung bedürfe oder nicht; die Bahnen sind nach einer Entscheidung

des Obertribunals nicht schon deshalb der ortspolizeilichen Regelung entzogen, weil sie sich über das Weichbild eines Orts erstrecken.

In den anderen deutschen Staaten bedarf die Anlage von D. meist der landesherrlichen Konzession (Bayern nach Maßgabe der königl. Verordnung vom 20. Juni 1855, Hessen nach dem Gesetz vom 29. Mai 1884); in Baden erteilt (Gesetz vom 14. Juni 1884) die Staatsregierung die Genehmigung zur Anlage. Das Recht zur Straßenbenutzung setzt in der Regel eine Vereinbarung mit dem Straßeneigentümer voraus. Nach den Gesetzgebungen Badens und Hessens kann jedoch unter gewissen Voraussetzungen von der Zustimmung des Eigentümers der Straße zur Benutzung derselben für die Straßenbahn Umgang genommen und dieselbe durch eine von den staatlichen Organen auszusprechende Genehmigung ersetzt werden. In Baden wird diese Genehmigung nur ausnahmsweise, wenn die Anlage mehrere Gemeinden berührt und von einer Minderheit Einspruch erhoben ist, erteilt.

Die Bedingungen des Betriebs werden durch die Landesgesetzgebung allgemein oder fallweise und eventuell ortspolizeilich geregelt.

Die ordnungsmäßige Erhaltung des zur Bahnanlage benutzten Straßenteils und gewisser Schutzstreifen fällt dem Unternehmer der D. zur Last.

Neuerdings sind ferner für Eisenbahnen von vorwiegend nur örtlicher Bedeutung besondere Normalkonzessionsbedingungen aufgestellt und in denselben gegenüber den bereits ermäßigten Anforderungen der Normalkonzessionsbedingungen für Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung noch weitere Erleichterungen, insbesondere in Bezug auf Fahrpläne und Tariferstellung, zugestanden worden.

In Österreich verleiht die Konzession für D. auch dann, wenn sich dieselben innerhalb eines und desselben Gemeindegebiets bewegen, nicht die Gemeinde, sondern die Centralregierung auf Grund des Lokalbahngesetzes vom 17. Juni 1887 (gültig bis Ende 1890). Das Enteignungsrecht wird den D. zugestanden.

Die Benutzung von Reichsstraßen zur Anlage von Lokalbahnen wird gestattet, insoweit nicht durch den Bahnbetrieb die Sicherheit des Straßenverkehrs gefährdet erscheint.

Unbeschadet der aus dem Bestand des Mautgefälls erwachsenden Verbindlichkeiten ist für die Straßenbenutzung ein besonderes Entgelt nicht zu entrichten.

Die Kosten der ordnungsmäßigen Erhaltung des benutzten Straßenteils, sowie etwaige, durch die fragliche Benutzung veranlaßte Mehrkosten der Straßenerhaltung überhaupt, desgleichen die Kosten für alle zur Hintanhaltung einer durch den Bahnbetrieb herbeigeführten Störung oder Gefährdung des Straßenverkehrs erforderlichen besonderen Vorkehrungen treffen die Bahnunternehmung.

Andere öffentliche Straßen können nur mit Zustimmung der zur Erhaltung Verpflichteten, bezw. jener Behörden oder Organe, welche zur Erteilung der Zustimmung zur Benutzung der Straße seitens der Bahnunternehmung nach den bestehenden Gesetzen berufen sind, zur Anlage von Bahnen in Anspruch genommen werden.

Die Tarifhoheit ist auch bei städtischen D. der Regierung gewahrt. Für den Bau und Betrieb werden gewöhnlich in den Konzessionsbedingungen ausführliche Vorschriften getroffen.

Für den Betrieb der D. in Österreich gelten im allgemeinen die „Grundzüge der Vorschriften für den Betrieb auf Lokalbahnen" vom 1. August 1883; doch werden für D. gegenüber diesen Grundzügen noch weitergehende Erleichterungen bei der Betriebsführung zugestanden.

In Ungarn fallen die D. unter die Bestimmungen der Gesetze vom 13. Juni 1880 und vom 24. Februar 1882, betreffend die Eisenbahnen von lokalem Interesse (Vicinalbahnen), durch welche Gesetze für derartige Bahnen zahlreiche Begünstigungen (Gebühren- und Steuerfreiheit, Subventionierung, unentgeltliche Beförderung der Baumaterialien auf den Staatsbahnen etc.) zugesichert werden. Die D. in Ungarn können die für den gewöhnlichen Straßenverkehr nicht unbedingt notwendigen Teile der öffentlichen Straßen, sowie die Schutzdämme für Wasserregulierung in Anspruch nehmen; jedoch ist über die Art der Inanspruchnahme und über die Erhaltung der Straße mit dem Eigentümer ein Übereinkommen zu treffen, welches von der Regierung zu genehmigen ist.

Die Schweiz hat noch kein Specialgesetz für Tramways.

Ein Dekret des Bundesrats setzte fest, daß die Tramways denselben Bedingungen unterworfen sein sollten, wie die anderen Eisenbahnen, und daß die Konzessionen zur Kompetenz der Bundesversammlung gehören. Der Züricher Kanton verwahrte sich gegen diese Entscheidung, indem er den Standpunkt vertrat, daß die Kantons über ihre Straßen zu Gunsten von Tramwaylinien verfügen können, welche ihr Gebiet nicht verlassen.

In Spanien enthält das Gesetz vom 30. November 1877 im 11. Kapitel Art. 69—80 Bestimmungen über D., genannt „chemins de fer établis sur routes publiques". Der Minister du „Fomento" erteilt Konzessionen für D., welche auf Reichsstraßen oder solchen Straßen erbaut werden sollen, welche sich über zwei Provinzen erstrecken. Dagegen wird die Konzession von der Provinzialverwaltung erteilt, wenn die Linie der Bahn sich auf Provinzialstraßen oder auf Straßen von mehreren Gemeinden bewegt. Führt die Trace der Bahn bloß über ein Gemeindegebiet, so erteilt das betreffende Municipium die Konzession. Die Regierung erteilt die Bewilligung des Betriebs mit mechanischen Motoren. Die Bauprojekte müssen ihr vorgelegt werden. Die Bau- und Betriebskonzession wird auf Grund öffentlichen Zuschlags, und zwar auf 60 Jahre verliehen.

Die grundsätzlichen Bestimmungen, welche im Jahr 1878 veröffentlicht wurden, schreiben vor, daß der Schienenweg in der Ebene der Straße herzustellen ist, daß die Erhaltung der Straße, auf demjenigen Teil, wo die Schienen liegen, vom Konzessionär zu bestreiten ist, daß ferner der Betrieb mit feuerlosen Lokomotiven zu führen ist, welche derart gebaut sein müssen, daß die auf der Straße verkehrenden Pferde, Maultiere u. s. w. nicht erschrecken; daß das durch die Konzession festzusetzende Maximum der Tarifsätze nicht überschritten werden darf, daß endlich während der Dauer der Konzession der Schienenweg in gutem Zustand erhalten werden muß.

In England fehlte es bisher an jeder besonderen Gesetzgebung für D., bezw. Nebenbahnen, wie denn England überhaupt den Unterschied zwischen Haupt- und Nebenbahnen nicht kennt. Am 1. März 1878 wurde vom englischen Parlament eine aus 15 Mitgliedern bestehende Kommission zum Studium der Frage eingesetzt, ob und unter welchen Bedingungen die Anwendung von Dampfkraft auf Tramwaylinien und öffentlichen Straßen zu gestatten sei. Der Ausschuß ist auf Grund angestellter Probeversuche zu dem Resultat gekommen, daß die Anwendung der Dampfkraft auf Straßenbahnen zu gestatten sei, und zwar unter folgenden Bedingungen:

1. Geschützte und verdeckte Lage der Maschinerie;
2. möglichst geräuschloser Gang der Lokomotive und thunlichste Unterdrückung von Rauch und Qualm;
3. genügende Bremskraft, um bei der Fahrgeschwindigkeit von 12,87 km pro Stunde das Fahrzeug auf einer Weglänge gleich der Wagenlänge zum Stehen zu bringen;
4. Beschränkung der Fahrgeschwindigkeit auf 12,87 km pro Stunde in Städten und 19,3 km außerhalb geschlossener Orte;
5. Jährlich zweimalige amtliche Untersuchung der Bahn und außerdem nach Bedarf außerordentliche Untersuchungen;
6. Aufstellung sonstiger Bedingungen, die durch die örtlichen Verhältnisse geboten sind.

Nach dem Gutachten dieser Kommission sollte der Dampfbetrieb staatlich überwacht und der Regierung das Recht vorbehalten werden, Änderungen in den Betriebsvorschriften zu verfügen.

Im allgemeinen gelten in Bezug auf Anlage von Straßenbahnen die Bestimmungen der Tramwayakte vom 9. August 1870. Die Erlaubnis zur Anlage erteilt das Handelsamt durch sogenannte Provisional-Ordres gegen nachträgliche Bestätigung des Parlaments, und zwar gewöhnlich für 21 Jahre. Die Konzessionierung erfolgt entweder an Private mit Zustimmung der Straßeneigentümer oder an die Lokalbehörde. Durch die Bewilligung erhält der Unternehmer kein Expropriationsrecht.

Wenn kein anderes Spurmaß vorgeschrieben ist, gilt jenes der normalen Eisenbahnen von 1,43 m.

Für Irland wurde ein besonderes Tramwaygesetz im Jahr 1883 erlassen und durch eine Parlamentsakte vom 30. August 1889, betreffend Unterstützung von Nebenbahnen und Tramways, abgeändert.

III. Bauliche Anlagen.

Was den Unterbau anbelangt, so wird ein solcher, insolange sich die D. im Zug von genügend breiten Straßen und Wegen mit geebneter und passender Fahrbahn bewegt, nicht hergestellt und das Gleis unmittelbar in den Straßenkörper eingelegt. Bei zu geringer Breite muß durch Anfügung eines Erdkörpers der nötige Raum geschaffen werden. Wird streckenweise die Straße ganz verlassen, was meist zufolge von übermäßig starken Krümmungs- oder Steigungsverhältnissen eintritt, so ist ein selbständiger Unterbau zu schaffen, der nach ähnlichen Grundsätzen behandelt wird wie bei gewöhnlichen Eisenbahnen. Die geringere Geschwindigkeit und die verminderten Achsdrücke erlauben jedoch geringere Kronenbreiten. Städtische D. sind vorwiegend zweigleisig. Die Lage des Gleises richtet sich nach der Breite der Straße, der Anzahl Gleise und der Dichte des Straßenverkehrs. Auf breiten Straßen, insbesondere in Städten, wird die D. thunlichst in die Mitte derselben gelegt, so daß noch zu beiden Seiten Fuhrwerke verkehren können. Wo dies infolge unzureichender Straßenbreite nicht zulässig ist, wird die D. in der Regel gegen den Rand der Straße, bezw. auf einer Verbreiterung derselben gelegt und der für die Bahnanlage bestimmte Teil der Straße vielfach durch Prellsteine, Steinschwellen oder sonst abgegrenzt, und hat sich aus Gründen der Sicherheit u. a. auch die vierte Generalversammlung des internationalen Straßenbahnvereins für die Trennung der von den Gleisen eingenommenen Streifen ausgesprochen.

In Italien wird nicht mehr zugelassen, daß der Raum für die Bahnanlage in irgend einer Weise von dem übrigen Straßengrund abgegrenzt werde. Die Gleisanlage soll eben nur als eine Verbesserung des Wegs sich darstellen.

In Preußen darf nach einer Ministerialverfügung vom 8. März 1881 die Mitbenutzung eines Wegs ohne Abtrennung nur bei Fahrgeschwindigkeiten von höchstens 20 km, für stärker befahrene Wegestrecken und innerhalb von Ortschaften nur für eine noch kleinere Fahrgeschwindigkeit zugelassen werden. Nach derselben Verfügung ist das Gleis in der Regel auf einer Seite des Wegs, und zwar so anzulegen, daß sowohl ein Landfuhrwerk von 3 m Ladebreite neben dem Zug vorbei kann, als auch zwei Landfuhrwerke dieser Ladebreite sich ausweichen können, falls kein Zug an der Stelle fährt. Innerhalb der Ortschaften soll das Gleis in die Mitte der Straße gelegt und die Straßenbreite so bemessen werden, daß auf jeder Seite ein Wagen größter Ladebreite vorüber kann. Ist diese Breite nicht vorhanden, so muß das Gleis, soweit es unbedingt nötig ist, seitlich gelegt werden. Das Mindestmaß für die Breite des neben der D. für den gewöhnlichen Straßenverkehr freizulassenden Straßenteils ist mit 5 m festgesetzt.

In Frankreich (Dekret des Präsidenten vom 6. August 1881) setzt die die Konzession erteilende Behörde fest, in welchen Strecken der Bahnkörper in der Straßenebene mit in das Pflaster versenkten Schienen gelegt werden darf, in welchen Strecken dagegen der Bahnkörper auf einer für andere Wagen nicht zugänglichen Berme anzulegen ist. Die Breite des für andere Fuhrwerke freizulassenden Raums wird jeweilig, und zwar mit der Maßgabe bestimmt, daß die Kreuzung zweier Wagen immer gesichert bleibt.

Nach der englischen Tramwayakte vom Jahr 1870 soll die Straßenbahn in der Ebene der Straße, möglichst in der Mitte der letzteren, und zwar so angelegt werden, daß auf längeren Strecken als 9,12 m die Entfernung der Außenschienen von dem Rand des Fußwegs auf jeder Seite nicht weniger als 2,89 m beträgt, woferne dies von einem Dritteil der Anlieger verlangt wird.

Bei zweigleisiger Bahn ist die übliche Gleisdistanz bei einer größten Wagenbreite von 2,25 m 2,6 m (in Frankreich soll der Zwischenraum zwischen den Gleisen so groß sein, daß der Abstand zwischen zwei sich kreuzenden Betriebsmitteln, gerechnet nach den am meisten

hervorspringenden Teilen, wenigstens 50 cm beträgt).

Hat das Straßenfuhrwerk selten oder nie die Schienenstränge zu überfahren, so sind die Schienenoberkanten mit Vorteil etwas über die Straßenebene zu erhöhen, dagegen werden bei starker Inanspruchnahme die Gleise bis in die Straßenoberfläche versenkt. Der über der Gleiskonstruktion liegende Straßenteil wird in der Höhenlage der Straßenfahrbahn, sowie diese selbst (geschottert, chaussiert oder gepflastert) angelegt.

Krümmungen von geringerem Halbmesser als 50 m kommen wohl vor, sollen jedoch zweckmäßigerweise nur in Fällen unbedingter Notwendigkeit, namentlich beim Durchfahren von Ortschaften, angewendet werden. Die Steigungen sollten nicht mehr als 50‰ betragen, doch kommen in einzelnen Fällen auch solche bis 73‰ vor (Florenz-Prato).

Was das Schienensystem betrifft, so findet man in Italien fast ausschließlich Vignolesschienen mit hölzernen Querschwellen.

In Deutschland kommen meist breitbasige Schienen, und zwar teils auf Quer-, teils auf Langschwellen, teils unmittelbar auf der Unterbettung vor.

Im allgemeinen gewinnt jedoch das eiserne Langschwellensystem (mit Querverbindungen) bei Straßenbahnen die Oberhand, und zwar sind insbesondere die Systeme: Hartwich (mit Leitschiene oder Spurrinne), die Haarmann'sche Zwillingsschiene, die Haarmann'sche Schwellenschiene, die Demerbeschiene, dann die Phönixschiene (Vignolesschiene mit eingewalzter Rille) verbreitet.

Die Legung des Langschwellenoberbaues geschieht unmittelbar auf Steinschlag und Kies. Stuhlschienen, dann Sattel- und Hohlschienen finden bei D. fast gar keine Verwendung mehr. Das Gewicht der Schienen schwankt zwischen 20 und 40 kg pro Meter. (Über den Oberbau der D. s. insbesondere das am Schluß angeführte Werk von Clark, sowie die Hostmann'sche Zeitschrift für das gesamte Lokal- und Straßenbahnwesen.)

Die Stationsanlagen beschränken sich gewöhnlich auf das allerbescheidenste Maß. Die Haltestellen, welche so zahlreich als möglich angelegt werden sollen, entbehren zumeist jeder baulichen Herstellung; es genügt die Aufstellung einer Säule mit der Aufschrift: „Haltestelle“, und höchstens einer Holzhütte für den Unterstand der Reisenden bei schlechtem Wetter.

Nur in den Endstationen finden sich zumeist entsprechende Bauten für die Personenaufnahme, den Güterverkehr, Verschiebedienst u. s. w.; liegt die Endstation im Mittelpunkt der Stadt, so werden aus ökonomischen Rücksichten die Rangieranlagen, Remisen u. s. w. nicht am Endpunkt der Bahn, sondern außerhalb des Stadtgebiets hergestellt und in der Ausgangsstation lediglich ein Raum für Aufnahme von Personen und Gütern geschaffen.

IV. Fahrbetriebsmittel.

An die Motoren der D. werden im allgemeinen und insbesondere in Städten bestimmte Anforderungen gestellt.

a) Vermeidung von sichtbarem Feuer, Dampf und Rauch, sowie von Geräusch;

b) möglichst geringes Gewicht und kleine Ausmaße, insbesondere eine gewisse größte Breite;

c) Möglichkeit der Befahrung starker Krümmungen;

d) ein bestimmter Maximalachsdruck;

e) thunlichst einfache Handhabung und die Möglichkeit der Bedienung durch eine Person;

f) Stärke von etwa 25 Pferdekräften;

g) rascheste Bremsung.

Zur Vermeidung der Dampf- und Rauchentwicklung werden Lokomotiven für Straßenbahnen mit Kondensationseinrichtungen versehen. Hierzu bestehen zweierlei Vorrichtungen:

Es wird nämlich entweder der vom Cylinder kommende Dampf in einen Sammelkasten (Puffkasten) geleitet, von wo er ohne Stoß durch den Schornstein entweichen kann, oder er wird in einem geeigneten Behälter zu Wasser verdichtet.

Außerdem wird noch bei einigen Lokomotiven zur Verminderung des durch den Auspuffdampf verursachten Geräusches der Schornstein mit einem Mantel umgeben und der Zwischenraum zwischen Mantel und Schornstein mit Schlackenwolle ausgefüllt.

Zur Vermeidung des Funkensprühens werden vielfach Coaks verwendet. In Südrußland und Amerika heizt man Lokomotiven der D. auch mit Rohpetroleum.

Die bewegten Teile mit Ausnahme der Räder werden verdeckt. Die Straßenbahnlokomotiven haben gewöhnlich zwei Achsen, innenliegende Cylinder (namentlich bei Linien mit vielen Bögen), Centralbuffer, welche dem Zug eine viel größere Beweglichkeit beim Befahren von Krümmungen geben, ferner Hebelbremsen mit Hand- oder Fußbetrieb, seltener durchgehende Bremsen.

Besonders häufige Verwendung findet in Deutschland, Österreich, Italien, der Schweiz u. a. die auf der Konkurrenz in Arnheim (1882) mit dem ersten Preis ausgezeichnete Straßenbahnlokomotive von Krauß & Cie. in München. Das Gewicht derselben beträgt im Dienst 9,7 t, die Belastung der Trieb- und Kuppelachse je 4,85 t, die Leistung bei 10 km Geschwindigkeit 10 Pferdekräfte; die Bedienung kann durch einen Mann erfolgen. Die Einrichtung zur Dampfniederschlagung liegt auf einem über der Maschine angebrachten Dach. Die gesamte Kühlfläche beträgt 35 m², was unter Annahme einer Fahrgeschwindigkeit von 15 km pro Stunde für eine vollständige Dampfverdichtung auf 9 km Länge oder für 36 Minuten Fahrzeit ausreichen würde. Die Maschine verbraucht 3,34 kg Coaks und 23 g Schmiermaterial für 1 km.

Als die geeignetsten Lokomotiven in Italien sind die von Henschel & Sohn in Kassel und von Krauß in München erkannt worden. Außerdem werden in Italien Lokomotiven aus der Fabrik von Cerimedo in Mailand und jener in Winterthur verwendet.

Auch die englische Maschine (mit Cylinder und Mechanismus innerhalb des Rahmens) von Merryweather hat sich gut bewährt und ist in vielen Städten Frankreichs (insbesondere bei den Pariser Straßenbahnen und in Rouen), Deutschlands (in Kassel), Spaniens, Portugals, Hollands und Neuseelands in Betrieb.

In Amerika stehen die Maschinen der Baldwin'schen Fabrik in Philadelphia (stehende Kessel und Innencylinder) in häufiger Verwendung.

Die Balancierlokomotiven der Winterthurschen Fabrik, System Brown, welche früher namentlich in Italien stark verbreitet waren, kommen mehr und mehr ab, und haben sich dieselben insbesondere auf den Straßburger Bahnen wenig bewährt.

In den letzten Jahren wendet man bei einer Reihe von D. mit Erfolg feuerlose Lokomotiven verschiedener Systeme an, so beispielsweise Honigmann'sche Natronmaschinen, ferner Lamm-Francq-Maschinen (Heißwasserlokomotiven) und zwar letztere auf der 4,3 km langen Strecke St. Augustin-Neuilly, seit 1878 auf der 9 km langen Strecke Rueil bei Paris nach Marly-le-Roi, dann auf der Strecke Lille-Roubaix, seit 1883/84 auf der 12,8 km langen Straßenbahn Batavia nach Kramath und Münster-Cornelis auf Java, seit 1889 auf der Straßenbahn von Lille nach Tourcoing, ferner auf der Bahn Straßburg-Grafenstaden u. s. w.

Auch Dampfwagen finden weitere Verbreitung (Kopenhagen-Klampenborg, belgische Vicinalbahnen, Berlin-Grunewald).

Für die belgischen Nebenbahnen ist durch Artikel 3 des Bahnpolizeireglements bezüglich der Lokomotiven folgendes vorgeschrieben:

„Die Lokomotiven sind mit Bremsen zu versehen, welche kräftig genug sind, um sie selbst auf den stärksten Gefällen der Linie bei der auf denselben gestatteten höchsten Geschwindigkeit und ohne Zuhilfenahme der Wagenbremsen auf eine Entfernung von 30 m zum Stehen zu bringen. Die Lokomotiven dürfen auf den öffentlichen Wegen weder Feuerstrahlen, noch Funken, noch Asche oder Wasser auslassen, sie dürfen weder Rauch noch Geruch verbreiten. Die Räder und die beweglichen Stücke, an denen Vorübergehende hängen bleiben könnten, sind mit einem metallenen Mantel zu umkleiden. Die Lokomotiven dürfen erst in Dienst gestellt werden, nachdem sie den durch das Reglement, betreffend die Dampfkessel, vorgeschriebenen Proben unterworfen und als sicher befunden wurden, auch die Wirksamkeit der Bremsen durch die Aufsichtsbeamten bestätigt ist."

Wagen. Was die Wagen betrifft, so empfehlen sich für den Personenverkehr solche mit Plattformen und Mittelgang. Dieselben entsprechen allen Anforderungen an Bequemlichkeit und leichtem Dienstbetrieb. Der Abstand der letzten Trittbrettstufe vom Boden soll nicht mehr als zwei Schritte betragen, um das Ein- und Aussteigen ohne erhöhte Perrons zu ermöglichen. Der Fassungsraum ist verschieden nach dem Bedürfnis; wenn der Verkehr gleichmäßig und auf Personen beschränkt ist, gibt man langen Wagen mit Drehgestellen den Vorzug und verwendet wohl auch Doppelgeschoßwagen mit einem Fassungsraum von 70—80 Personen; wenn dagegen der Verkehr sehr schwankend und der Güterverkehr von großem Einfluß auf die Zusammenstellung der Züge ist, benützt man lieber kürzere Wagen mit einem Fassungsraum von 15 bis 24 Personen. Für den Sommerverkehr können die offenen Wagen der Pferdebahnen als Muster dienen.

In Italien verwendet man meist kurze zweiachsige Wagen mit Quergang, von dem aus die beiden Wagenabteilungen zugänglich sind.

Über die Konstruktion der Dampfwagen s. d.

Die Konstruktion der Güterwagen hängt von der Art des Verkehrs ab. Im allgemeinen können die Formen der Hauptbahnen in kleineren Maßstäben ausgeführt werden; vierrädrige Wagen mit einer Länge von 5—6 m, deren Gewicht 3—5 t bei einer Ladefähigkeit von 5 t beträgt, werden in der Regel genügen und Drehgestelle nicht erforderlich sein.

V. Betrieb.

Was den Betrieb anbelangt, so muß derselbe, falls er zweckmäßig sein soll, in thunlichst einfacher und billiger Art abgewickelt werden. Die Zahl und Einteilung der Züge wird sich nach den zeitlichen und örtlichen Verhältnissen zu richten haben; wo es angängig ist, erscheint es zweckmäßig, den Personen- vom Güterverkehr zu trennen, um das für die Reisenden lästige und zeitraubende Auf- und Abladen der Güter bei den Personenzügen zu vermeiden. Die Zahl der Personenwagenklassen soll auf höchstens zwei beschränkt bleiben.

Die Bedienung des Zugs besteht gewöhnlich aus dem Maschinenführer, welchem nötigenfalls noch ein Heizer beigegeben ist, und einem Schaffner (in Frankreich ist die Beigabe eines Heizers nicht unbedingt vorgeschrieben, falls sämtliche Wagen des Zugs mit kontinuierlichen Bremsen ausgerüstet sind. Der Schaffner besorgt zugleich die Ausgabe der Fahrkarten an die Fahrgäste; Haltestellen werden gar nicht mit Personal besetzt; Stationen für den Güterverkehr zumeist nur mit einem einzigen Bediensteten, falls nicht die Güteraufnahme und Aufgabe einem Agenten (Krämer, Gastwirt) übertragen oder vom Schaffner mitbesorgt werden kann. Bahnbewachung wird in der Regel unterbleiben können und sich auf jene Stellen beschränken, wo der Zug Ortschaften durchfährt und die Durchfahrt durch dieselben frei gemacht werden soll. Ebenso werden Signalisierung und Telegraph zumeist entfallen (in Italien wurde 1884 die Herstellung von telegraphischen Leitungen für D. angeordnet); an Stelle des letzteren tritt häufig das Telephon.

Über die Tarifsätze bei D. s. die Artikel: Gepäcks-, Personen- und Gütertarife.

Litteratur: Rowan, Zur Frage über Bau, Anlage, sowie Betriebsmittel von Sekundär-, bezw. Straßenbahnen, insbesondere über die Benutzung mechanischer Bewegungskraft auf denselben, Berlin 1877; Challot, Tramways et chemins de fer sur routes, Paris 1877; Lutz, Straßenbahnen, Benutzung des Dampfes als Zugkraft, Zürich 1877; Clark, Die Straßenbahnen, deren Anlage und Betrieb, Leipzig 1879 (neue Titel-Auflage 1886); Lazzarini, Die Straßenvicinalbahnen mit Lokomotivbetrieb, Wien 1879; Pleßner, Die Dampfstraßenbahn, Gotha 1880; Die Straßen- und Zahnradbahnen, Wiesbaden 1882; Schulz, Glück und Buschmann, Bericht über die Konzessionierung, den Bau und Betrieb der Dampftramways in Italien, Wien 1882; Stern, Die Dampftramway, Wien 1882; Birk, Über Dampftramways in Elsaß-Lothringen und Oberitalien, Wien 1882; Sérafon, Les tramways et les chemins de fer sur routes, Paris 1882; Bianchi, L'impianto e l'esercizio

dei tramways nella provincia di Milano, Mailand 1883; Sonnenschein, Das Lokalbahnwesen in Österreich, Wien 1886; Lindheim, Straßenbahnen in Belgien, Deutschland, Großbritannien etc., Wien 1888; Bignami, Referat zur Question XXVIII des dritten internationalen Eisenbahnkongresses, Paris 1889; Atti della commissione d'inchiesta sulle Tramvie, Rom 1887 und 1889; Costruzione ed esercizio delle strade ferrate, Band 5, Teil 1 und 2, Lieferung 2a: Tramvie; Lieferung 27a: Ferrovie Secondarie ed economiche, Turin 1889; Glasers Annalen, Dampftramways, Bd. XVII, S. 44; Archiv für Eisenbahnwesen, Beitrag zur Kenntnis der Nebenbahnen Italiens, 1886, S. 478 ff.; Zeitung d. V. D. E.-V.; Zeitschrift für das gesamte Lokal- und Straßenbahnwesen, Wiesbaden; Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau, Berlin. Dr. Röll.

Dampfstreuvorrichtung, Dampfsandstreuvorrichtung (*Steam sanding apparatus for locomotives; Sablier*, m., *à vapeur*), Vorrichtung, welche den Zweck hat, den zur Vermehrung der Adhäsion der Lokomotivräder auf die Schienen zu streuenden Sand durch die Wirkung eines Dampfstrahls der jeweiligen Berührungsstelle zwischen Rad und Schiene möglichst nahe zu bringen. Die vielfach angewendete D. von Hardy (Patent Holt & Gresham), Fig. 613, besitzt folgende Einrichtung:

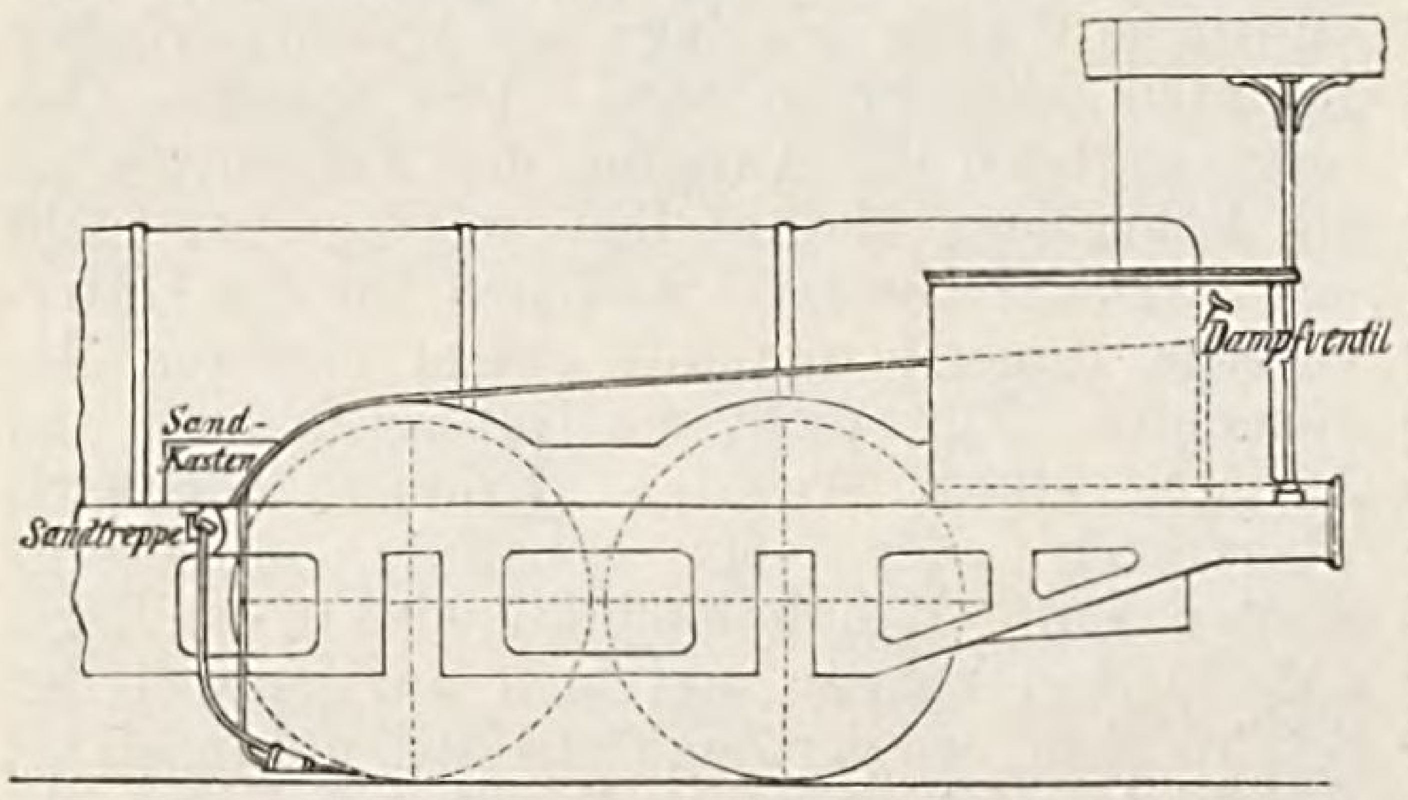


Fig. 613.

Auf dem Lokomotivkessel ist ein gewöhnlicher Sandkasten angebracht, Fig. 614. Das Ablaufrohr *e* befindet sich an tiefster Stelle desselben und ist nicht durch einen Schieber geschlossen, sondern bildet unterhalb des Ausgangs aus dem Kasten ein scharfes Knie, dessen wagerechter Arm *c* in eine kleine geschlossene Kammer führt. Ist der Sandkasten gefüllt, so wird sich in der Kammer an der Mündung des Knies ein Sandkegel bilden, welcher die Mündung des Knierohrs abschließt und ein weiteres Nachfließen des Sands verhindert. Ähnliche Einrichtung findet man bei Füllkasten für Getreide, Kohle u. s. w., bei welchen oben eingefüllt und unten nach Bedarf abgefaßt wird. Sobald der vor der Öffnung befindliche (Sand-, Getreide- u. s. w.) Kegel weggeschöpft wird, rieselt sofort wieder Material nach und bildet einen neuen Kegel. In der Sandstreuvorrichtung wird dieses Wegschöpfen des Sands indirekt durch einen Dampfstrahl bewirkt, welcher aus einer Düse in das Sandstreurohr gelangt. Die Wirkung dieses Dampfgebläses ist ähnlich jener eines Injektors oder Lokomotivblasrohrs, d. h. der Dampfstrahl saugt Luft aus der Kammer an und reißt diese mit sich in das Sandstreurohr. Die Luft kann in die Kammer nur durch eine über dem Sandkegel befindliche Öffnung eintreten, so daß der durch den Dampfstrahl erzeugte Luftstrom den Sandkegel berührt und Sand mit sich reißt. Das Gemenge von Dampf, Luft und Sand wird nun durch das Sandstreurohr vor dem Rad auf die Schiene geleitet, in einer solchen Neigung, daß der Sand der Berührungsstelle zwischen Rad und Schiene möglichst nahe kommt. Vorteile dieser Einrichtung sind, daß der Sand gleichmäßig verteilt auf die Schiene gestreut wird, während der Sand bei anderen Sandstreuvorrichtungen haufenweise auf die Schiene gelangt und daher einerseits verschwendet wird, andererseits einen empfindlichen Widerstand für die Räder hervorruft. Durch die D. wird daher Sand gespart und der verbrauchte Sand dem beabsichtigten Zweck vollständig und nicht im Übermaß zugeführt. Man erzielt daher mit verhältnismäßig geringen Sandvorräten eine lang andauernde Wirkung. Nachteile sind, daß ein möglichst reiner, gleichkörniger Sand erforderlich ist, und daß die Sandleitungsrohre durch

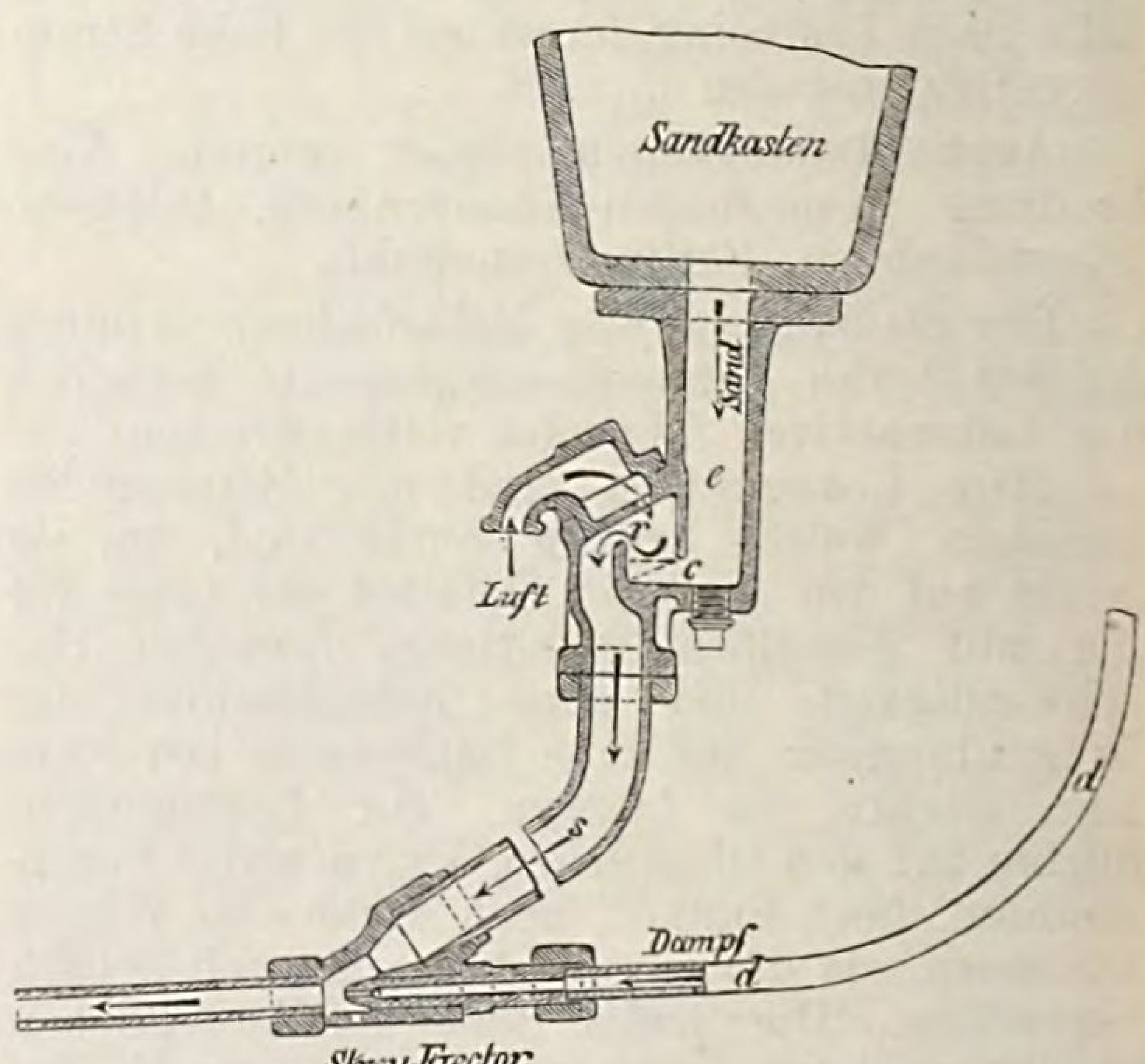


Fig. 614.

den Sand ausgescheuert werden. Die Einrichtung ist übrigens neu und stehen noch keine genügenden Erfahrungen zu Gebote.

Dampf allein oder Dampf mit Wasser in ähnlicher Anwendung erhöhen auch die Adhäsion, jedoch nicht in so kräftiger Weise wie mit Anwendung des Sands (s. auch Adhäsion und Sandstreuvorrichtungen). v. Ow.

Dampf- und Wasserwechsel, Dampfhähne, s. Ventile.

Dampfverbrauch der Lokomotive, Dampfmenge, welche unter Voraussetzung einer bestimmten Leistung in einer bestimmten Zeit für den Antrieb der Maschine erforderlich ist.

Die verbrauchte Dampfmenge, bezw. das Gewicht derselben ist von der Dampfspannung, von der Cylinderfüllung und von der Bewegungsgeschwindigkeit der Dampfmaschine abhängig. Die Leistung, welche hierbei erzielt wird, ist nicht nur von dem Dampfverbrauch, sondern auch von den besonderen Verhältnissen der Dampfmaschine abhängig.

Die meisten Lokomotiven besitzen zwei gleich große Dampfcylinder, von denen jeder seinen Dampf direkt aus dem Dampfkessel empfängt und durch das Blasrohr in den Schornstein entweichen läßt; dagegen tritt bei den seit einiger Zeit zur Anwendung kom-

menden Verbundlokomotiven der Kesseldampf zuerst in einen kleineren Cylinder, den Hochdruckcylinder, ein, um von diesem durch einen Sammelbehälter in den größeren, den Niederdruckcylinder, und sodann durch das Blasrohr in den Schornstein zu strömen.

In Bezug auf das Verhalten des Dampfes in dem Dampfcylinder ist zu unterscheiden:

1. die Dampfeinströmung,
2. die Expansion,
3. die Dampfausströmung,
4. die Kompression,

deren richtige Aufeinanderfolge und zweckentsprechende Abmessungen durch die Schiebersteuerungen erfolgt.

Die durch die Indikatoren aufgenommenen Druckkurven (s. Dampfarbeit) zeigen bei Beginn und am Ende der einzelnen Abschnitte allmähliche Übergänge infolge des Öffnens und Schließens der Schieberkanäle, wodurch bei verschiedenen Geschwindigkeiten andere Einwirkungen eintreten. Diese Druckkurven werden wesentlich beeinflußt durch den Wärmeaustausch der Cylinderwandungen, der sich wissenschaftlich noch nicht genügend verfolgen läßt. Man vermag deshalb auch nicht das Arbeitsdiagramm theoretisch richtig darzustellen und zu berechnen und muß sich mit einem Annäherungsverfahren begnügen.

Dabei pflegt man anzunehmen, daß während der Dampfeinströmung ein unveränderter Dampfdruck im Cylinder herrsche, daß sodann bis zum Ende des Kolbenlaufs eine Verminderung des Dampfdrucks nach dem Mariotte'schen Gesetz oder auch nach der adiabatischen Linie stattfinde, daß ferner der Dampfdruck plötzlich auf die Größe des als unverändert angenommenen Blasrohrdrucks sinke und diese Größe bis zum Beginn der Kompression beibehalte, deren Verlauf dann wieder entweder nach dem Mariotte'schen Gesetz oder der adiabatischen Linie bestimmt wird.

Andere behalten die Expansionskurven nur bis zum Beginn der Dampfausströmung bei und nehmen von hier eine gleichmäßige Druckverminderung bis zum Ende des Kolbenlaufs und bis auf die Höhe des Blasrohrdrucks an.

Ist p der Einströmungsdruck, O die Kolbenfläche und l_1 der Kolbenweg bis zur Expansion, so ist die Arbeit während der Dampfeinströmung $p\,O\,l_1$. Im Nachstehenden ist ferner zu verstehen unter l der Kolbenhub, ml das Volumen des schädlichen Raums, l_2 der Kolbenweg vom Beginn der Kompression bis zum Ende des Kolbenlaufs, r der Rückdruck vom Ende des Kolbenlaufs bis zum Beginn der Kompression, und v die Kolbengeschwindigkeit in Metern.

Nimmt man vom Beginn der Dampfausdehnung bis zum Ende des Kolbenlaufs das Mariotte'sche Gesetz als geltend an, so erhält man eine Arbeit:

$$O\,p\,l_1 + O\,p\,(l_1 + m\,l)\,\log nat \frac{l + m\,l}{l_1 + m\,l}.$$

Dabei muß vor dem Kolben zur Überwindung des Rückdrucks bis zum Beginn der Kompression eine Arbeit

$$-\,O\,r\,(l - l_2)$$

und während der Kompression eine Arbeit

$$-\,O\,r\,(m\,l + l_2)\,\log nt \left(\frac{l_2 + m\,l}{m\,l}\right)$$

verrichtet werden.

Die Arbeit während eines Kolbenhubs ist also

$$O\,p\left(l_1 + (l_1 + m\,l)\,\log nt \frac{l + m\,l}{l_1 + m\,l}\right) - \\ -\,O\,r\left(l - l_2 + (m\,l + l_2)\,\log nt \frac{l_2 + m\,l}{m\,l}\right)$$

Diese Arbeit kann bei einem mittleren wirksamen Kolbendruck p_m auch ausgedrückt werden durch den Wert $p_m\,O\,l$, so daß

$$p_m = p\left(\frac{l_1}{l} + \left(\frac{l_1}{l} + m\right)\log nt \frac{1 + m}{\frac{l_1}{l} + m}\right) - \\ -\,r\left[1 - \frac{l_2}{l} + \left(m + \frac{l_2}{l}\right) \log nt \left(1 + \frac{l_2}{m\,l}\right)\right].$$

Bei der mittleren Kolbengeschwindigkeit v_k in 1 Sekunde ist die Arbeit in 1 Sekunde in beiden Dampfcylindern

$$2\,p_m\,O\,v_k \text{ Meterkilogramm}$$

oder

$$\frac{2\,p_m\,O\,v_k}{75} = N \text{ Pferdekräfte.}$$

Um eine bessere Übereinstimmung des Annäherungsdiagramms mit dem Indikatordiagramm zu erhalten, führt Grove in obige Gleichung statt der Werte $\frac{l_1}{l}$, bezw. l_2, bei Außencylindern die Werte

$$\frac{l_1}{l} + 0{,}2\,\frac{1 - \frac{l_1}{l}}{v}, \quad \text{bezw. } \frac{4}{5}\,l_2$$

und bei Innencylindern die Werte

$$\frac{l_1}{l} - 0{,}045\left(1 - \frac{l_1}{l}\right) v, \quad \text{bezw. } \frac{5}{4}\,l_2.$$

Der Unterschied zwischen beiden wird gemacht, weil bei Innencylindern die Verdampfung während der Verdichtung und die Abkühlung während der Zusammenpressung geringer ist als bei den Außencylindern.

Bei jedem Kolbenschub muß eine Dampfmenge in den Dampfcylinder eingeführt werden zur Ausfüllung des Raums, den der Kolben während der Dampfeinströmung durchläuft, vermehrt um den schädlichen Raum und vermindert um den Raum des am Ende der Kompression im Dampfcylinder noch vorhandenen und auf den Druck p reduzierten Dampfes.

Dieselbe beträgt

$$O\left(l_1 + m\,l - \frac{r}{p}\,(l_2 + m\,l)\right).$$

Ist γ das Gewicht eines Kubikmeters Dampf von der Spannung p, so beträgt das Gewicht des Dampfes für 1 Kolbenhub im allgemeinen:

$$\gamma\,O\left(l_1 + m\,l - \frac{r}{p}\,(l_2 + m\,l)\right).$$

Bei n Umdrehungen der Treibräder in 1 Minute hat eine Zweicylinderlokomotive in 1 Stunde $4.n.60$ Kolbenhübe und braucht somit

$$D = 4.n.60\,\gamma\,O\left(l_1 + m\,l - \frac{r}{p}\,(l_2 + m\,l)\right)$$

Kilogramm Dampf in 1 Stunde oder wenn man die Kolbengeschwindigkeit $v_k = \frac{2\,l\,n}{60}$ einführt

$$D = 7200\, v_k\, \gamma\, O \left[\frac{l_1}{l} + m - \frac{r}{p} \left(\frac{l_2}{l} + m \right) \right]$$

Weil nun $N = \frac{2\, p_m\, O\, v_k}{75}$ ist, so ergiebt sich

$$\frac{D}{N} = 270\,000 \frac{\gamma}{p_m} \left[\frac{l_1}{l} + m - \frac{r}{p} \left(\frac{l_2}{l} + m \right) \right]$$

Die von dem Verfasser angestellten Versuche führten zu der einfachen Beziehung, daß der stündliche D. der zweifach gekuppelten Personenzuglokomotiven

$$D = 12\, N + 360 \text{ kg}$$

und der stündliche D. einer dreifach gekuppelten Güterzuglokomotive

$$D = 7{,}2\, N + 648 \text{ kg}$$

gesetzt werden können.

Bei diesen Versuchen blieb der D. innerhalb sehr weiter Grenzen unabhängig von der Geschwindigkeit, s. auch Dampfmaschinen.

Litteratur: Frank, Die Widerstände der Lokomotiven und Eisenbahnzüge, der Wasser- und Kohlenverbrauch der Lokomotiven, Wiesbaden.

Frank.

Dampfwagen, Dampfspurwagen (*Steam-waggons*, pl.: *Voitures*, f. pl., *à vapeur, voitures-vapeur*, m. pl.), Betriebsmittel, bei welchen die Lokomotive und der Personenwagen zu einem einzigen Fahrzeug verbunden sind.

Nachstehend sollen hauptsächlich nur D. solcher Formen besprochen werden, welche auf Schienen laufen und vornehmlich für den Betrieb auf Sekundärbahnen, bezw. für den Lokalverkehr der Hauptbahnen dienen; nicht aber die Dampfdroschken, Dampfomnibusse für den Verkehr auf gewöhnlichen Straßen.

Bereits im Jahr 1848 wurden von englischen Ingenieuren entworfene, in den Fairfield-works bei London erbaute Dampfwagen auf den Zweigbahnen Eastern-Counties- und Bristol-Exeter-Bahn in Betrieb gesetzt; die Einrichtung war im wesentlichen folgende: auf einem ungefähr 12 m langen Rahmen, welcher von sechs Rädern getragen wurde, befand sich vorne eine kleine Lokomotive mit stehendem Kessel und zwei Cylindern. Das Triebräderpaar war unter dem Kessel, die beiden anderen Räderpaare waren in der Mitte und am Ende des Wagens angebracht. Die beiden letzteren waren derart eingerichtet, daß sich die Räder um ihre Achsen und diese in den Lagern drehen konnten, so daß ein Befahren von selbst sehr scharfen Krümmungen möglich war. Das Arbeitsgewicht betrug 12 t. Der Wagen, welcher mit der Lokomotive derart verbunden war, daß er sehr leicht von derselben getrennt werden konnte, nahm zwei Drittel des ganzen Rahmengestells ein und faßte 62 Reisende.

D. dürften auf Straßenbahnen zuerst 1859 von Latta auf der Cincinnati Tramway und nach ihm von Grice und Long in Philadelphia angewendet worden sein. Letztere benutzten zur Übertragung der Dampfkraft auf die Radachsen Zahnräder.

Im Jahr 1860 befanden sich in den Vereinigten Staaten Amerikas einige D. in Betrieb, bei welchen Maschine und Kessel im Innern des Wagens angebracht waren und das Ganze von zwei beweglichen Radgestellen getragen wurde.

In späterer Zeit, 1868, wurden auf der London-Chatham-Bahn D. von Fairlie und J. Samuel in Verkehr gesetzt, welche auf zwei vierräderigen Trucks aufruhten. Die vorderen, gekuppelten Räderpaare wurden von zwei innenliegenden Cylindern angetrieben und trugen die Lokomotive mit einem aufrechtstehenden Field-Kessel. Nächst der Maschine war der Zugführer- und Gepäcksraum, dann 4 Coupés III., 1 I. und 3 II. Klasse angeordnet. (Näheres hierüber s. Organ f. d. F. d. E., VI., 239, und Prakt. Tech. Journal 1869.)

Nach D. K. Clarks Angaben (Die Straßenbahnen) sind verschiedene D. in den siebziger Jahren erbaut worden, und zwar von Todd (1871 und 1875), Lamm (1871), Grantham (1871), Baxter (1872), Bède & Comp. und Ransom (1876).

Brunner in Winterthur hat 1876 einen D. entworfen, der mit geringen Abänderungen ausgeführt, 1877 auf der Schmalspurbahn Lausanne-Echallens in Betrieb gesetzt wurde. Der Wagenkasten ruht auf zwei vierräderigen Radgestellen, Maschine und Kessel sind über einem Gestell angeordnet, dessen Räder gekuppelt sind und als Triebräder dienen. Daran schließt sich der Raum für die Reisenden. Diese allgemeine Anordnung wurde später auch von Rowan (s. weiter unten) für seine ersten Entwürfe beibehalten.

Im Jahr 1877 führte der Administrator der belgischen Staatsbahnen, Belpaire, für den Lokalverkehr versuchsweise einen Dampfwagen ein und bereits ein Jahr später, 1878, waren 15 solcher Wagen auf verschiedenen Linien der belgischen Staatsbahnen im Betrieb. Ende 1888 standen bei diesen Bahnen bereits 50 solche D. in Verwendung; ebenso einige bei der belgischen Vicinalbahngesellschaft.

Der ganze Wagen (Taf. XVI, Fig. 1—5) ist dreiachsig mit einem Gesamtradstand von 6,8 m, besteht aus dem Kessel mit Dampfmaschine und dem eigentlichen Wagen, welche beide Teile aber untrennbar verbunden sind. Die vordere Achse ist die Triebachse, die mittlere und hintere Achse sind Laufachsen. Zufolge der Verschiebbarkeit der Achsbüchsen der hintersten Achse kann sich diese in Bahnkrümmungen radial einstellen. Bei dem ursprünglichen Belpaire'schen D. waren nur Field'sche stehende Kessel verwendet und war die senkrechte Dampfmaschine auf einem wagerechten, lotrecht über der Triebachse liegenden Blech gelagert. Die unvermittelt übertragenen Stöße der Räder und deren schädliche Wirkung bei dieser Anordnung waren die Ursache, daß man in den späteren Ausführungen die Maschine wagrecht auf einem Blech lagerte, welches vorn mittels Pendeln an die Brust gehängt wurde und rückwärts in Halslagern auf der Triebachse ruhte. Hierdurch wurde ein vollkommen ruhiger Gang erzielt. Alle Maschinenteile sind auf dem Blech derart angeordnet, daß jeder Bestandteil bequem vom Führer aus zugänglich ist. Der Belpaire'sche D. besitzt die dem Zweck entsprechend angepaßte Stephenson'sche Steuerung, welche auf den belgischen Staatsbahnen allgemein angewendet wird.

Der liegende Röhrenkessel ist senkrecht zur Wagenlängsachse angeordnet und hat bei 0,542 m² Rostfläche eine direkte Heizfläche von 2,799 m², eine indirekte von 19,764 m², zusammen von 22,563 m², 143 Heizröhren à 1,5 m lang, mit einem Durchmesser von 28 mm, 10 at Überdruck und die bekannte Belpaire'sche Rostanlage.

Der Wagenkasten, dessen Grundrißanordnung aus Tafel XVI, Fig. 5 ersichtlich ist, hat ein Coupé I., eines II. Klasse, eine Plattform an der Stirnseite, dann eine solche in dem mittleren Teil des Wagens, einen Gepäcksraum und endlich den Kesselraum samt Führerstand. Letzterer ist vom Wagen gänzlich abgeschlossen. Unter dem Wagen liegt zwischen den Laufachsen, dem Wagenunterrahmen und dem Fußboden (Tafel XVI, Fig. 3) der Wasserraum. Als Bremse ist eine Spindelbremse und überdies auch die auf belgischen Maschinen angewendete Lechatelier'sche Dampfbremse in Gebrauch.

Der ganze Wagen faßt 22 Reisende I., 22 II. Klasse, 500 kg Gepäck, 450 kg Kohle und 1200 kg Wasser. Das Totalgewicht des leeren Wagens ist 18 600 kg, das des vollbeladenen Wagens 22 000 kg. Der Kohlenverbrauch beträgt pro durchfahrenen Kilometer 1,5—2,2 kg; der Wasserverbrauch ungefähr 1 m³ auf 60 km Fahrt. (Näheres s. Organ f. d. F. d. E. 1878, XI, S 227.)

Im Jahr 1880 wurde auf minder befahrenen Hauptstrecken der hessischen Ludwigs-Bahn ein D. in Betrieb gesetzt, welcher nach dem System des Direktors Thomas in Mainz ausgeführt war.

Der Thomas'sche D., dessen Bauart aus den Fig. 1—6 auf Tafel XVI ersichtlich ist, besteht aus der vorderen Maschinenabteilung und dem rückwärtigen eigentlichen Wagenkasten. Die beiden Teile lassen sich voneinander trennen und muß in diesem Fall die Lokomotive durch eine Notachse unterstützt werden (Fig. 5). Die zweicylindrige Maschine kann über 100 Pferdekraft entwickeln. Der Kessel ist ein gewöhnlicher wagerechter Lokomotivkessel, welcher quer zur Längsachse des Wagens gelegt ist, hat 10 at Überdruck und 34 m² Heizfläche. Das Reibungsgewicht beträgt 12 bis 12,5 t, die Zugkraft am Umfang der Triebräder 1200 kg. Die ganze Maschine ist auf einer Platte aufgestellt, die Triebachse viermal gelagert. Letztere hat vier Tragfedern, wodurch ein außerordentlich sanfter Gang erzielt wird. Der eigentliche Wagen ruht auf zwei Achsen (Fig. 6), wovon die hintere Achse seitlich verschiebbare Lager hat, so daß ein Einstellen derselben beim Durchfahren von Krümmungen platzgreifen kann. Der Wagenkasten (Fig. 1—4 und 6) ist doppelgeschossig, hat unten (Fig. 3) außer dem Gepäcksraum und dem Raum für den Zugbegleiter, 20 Sitzplätze I. und II. Klasse und 20 Sitzplätze III. Klasse, in dem oberen Geschoß, welches durch eine Stiege sehr bequem zugänglich ist, noch 40 Sitzplätze III. Klasse und 10—20 Stehplätze. Die Wasserbehälter sind im Maschinenrahmen, hauptsächlich aber unter dem Wagenkasten angebracht; durch letzteren Umstand wird der Vorteil des Tieferlegens des Schwerpunkts erreicht. Die Füllung der Wasserbehälter geschieht ohne jedes Zwischenstück durch die bis auf das Dach des unteren Raums geführten lotrechten Füllrohre (Fig. 1 und 4) unmittelbar vom Wasserkrahn aus.

Der Thomas'sche D. ist für Dampfheizung eingerichtet und mit einer Dampfbremse, sowie außerdem mit Handbremsen ausgerüstet.

Der vorbeschriebene, zugleich stärkste der von Thomas erbauten D., kostete 27 000 Mk. Derselbe war beispielsweise auf der Odenwaldbahn (hessische Ludwigs-Bahn) auf einer Strecke von 50 km bei Steigungen von 1 : 70 in Dienst, wobei eine Geschwindigkeit von 30—40 km erreicht wurde, und dem D. überdies noch ein zweiter, oft auch noch ein dritter Personenwagen angehängt war. Bei diesem durch fünf Monate währenden Dienst ergab sich keinerlei Anstand, keine Verspätung und keine Betriebsstörung.

Später wurde dieser D. auf der Strecke Worms-Mannheim der hessischen Ludwigs-Bahn, und zwar als Hauptzug bei einer täglichen Leistung von 210 km mit einer Geschwindigkeit von 40 km anstandslos verwendet.

Auch bei den sächsischen Staatsbahnen stehen drei D. System Thomas in Verwendung.

Der Thomas'sche D. braucht pro Kilometer auf ebener Bahn und bei Steigungen von nicht über 1 : 200 2 kg Kohle. Die Vorräte an Kohle reichen auf beiläufig 200, die an Wasser auf 70—90 km. Im Jahr 1882 wurde seitens des kaiserl. Reichseisenbahnamts — auf Grund der zufriedenstellenden Resultate — die bisher begrenzte größte Geschwindigkeit für D. von 40 auf 45 km erhöht. (Weiteres s. Organ f. d. F. d. E. 1881, Beilage, und Glasers Annalen f. G. u. B., Jahrg. 1881, Nr. 98.)

D. nach System Rowan.

Den ersten Versuch mit D. machte Rowan (Kopenhagen) im Jahr 1876, und zwar mit solchen Konstruktionen, welche ursprünglich nur für den Betrieb auf Straßenbahnen und Tramways bestimmt waren.

Im Jahr 1878 wurden auf der niederschlesisch-märkischen Eisenbahn und der Militärbahn mit dem auf Veranlassung des Ingenieurs Weißenborn und nach seinen Angaben von zwei deutschen Firmen hergestellten Rowan'schen D. weitere Versuche gemacht, deren günstiges Ergebnis die Einführung von solchen für den schwachen Personenverkehr auf der Berliner Ringbahn zwischen dem Dresdener und Lehrter Bahnhof im Jahr 1879 zur Folge hatte. Weiters verkehrte ein Rowan'scher D. in den Jahren 1881 und 1882 auf der Hoyaer Eisenbahn, Provinz Hannover, mit gutem Erfolg.

Auf der Ausstellung zu Antwerpen im Jahr 1885 waren von Frankreich und Preußen D. nach dem System Rowan ausgestellt, von welchen einer (für Landstraßenbahnen) vorne drehbar auf der Lokomotive und rückwärts auf einem Drehgestell aufruhte. Maschine und Wagen waren leicht voneinander zu trennen. Der Wagen hatte 80 Sitzplätze, 1900 kg Zugkraft bei 12 t Triebachsgewicht. Ein anderer D. ruhte rückwärts auf nur einer Achse auf, hatte 50 Sitzplätze und war vornehmlich für den Tramwaybetrieb erbaut. Bei demselben war die Einrichtung getroffen, daß der Abdampf in einem am Wagendach angebrachten Röhrennetz von 80 m² Oberfläche — welches durch einen Dampfstrahl vor dem Betrieb jeweilig ge-

reinigt wurde — niedergeschlagen und das Verdichtungswasser wieder zur Kesselspeisung verwendet werden konnte. Rowan erwarb auf dieser Ausstellung den zweiten Preis.

Der Rowan'sche D. wird in drei Grundformen ausgeführt, und zwar:

a) Leichte D. für Straßenbahnen mit Kondensation des Abstoßdampfes, Geschwindigkeit bis zu 15 km pro Stunde und Fassungsraum für 30—50 Reisende;

b) kräftige D. für Lokal- und Gebirgsbahnen, Geschwindigkeit bis zu 35 km pro Stunde und Fassungsraum für 40—100 Reisende, mit Raum für Post, Güter und Gepäck;

c) D. für Omnibuszüge auf gewöhnlichen Eisenbahnen, mit Geschwindigkeit bis 50 km pro Stunde und Raum für 60—120 Reisende.

Einen sich besonders für Omnibuszüge auf Hauptbahnen oder für Gebirgsbahnen eignenden Rowan'schen D. zeigt Taf. XVII, Fig. 1—4.

Derselbe ist dreiachsig und hat einen Gesamtradstand von 9 m. Der feste Radstand beträgt nur 1,8 m, so daß mit dem Wagen selbst Krümmungen von 80—90 m Halbmesser durchfahren werden können. Auf den beiden Vorderachsen, welche in einem Drehgestell vereinigt sind, ruht die Lokomotive, welche ohne jede Schwierigkeit aus dem Wagen herausgefahren werden kann, wobei der vordere Teil des Wagens durch einen Bock unterstützt wird.

Diese Trennung der Maschine vom eigentlichen Wagenraum gestattet die getrennte Aufstellung beider und bietet die Möglichkeit, beide Teile unabhängig voneinander zu beschaffen, auszubessern und zu benutzen.

Das Drehgestell ist 3600 kg schwer und geht sehr ruhig, da die Maschine genau auf der Mitte desselben angeordnet ist und hier unmittelbar auf die Triebachse wirkt. Die zweite Achse ist durch einen Treibriemen mit der ersten gekuppelt. Der eigentliche Wagen besteht, wie aus den Fig. 1—3 ersichtlich, aus zwei Geschossen. Das obere, welches meist so eingerichtet ist, daß es im Winter geschlossen, im Sommer offen verwendet werden kann, faßt 40 Sitzplätze III. Klasse (gewöhnlich für Raucher benutzt). Im unteren Geschoß befindet sich eine Abteilung III. Klasse mit 24 Sitzplätzen, meist für Nichtraucher, ferner die II. Klasse, in welcher der Zugang auf beiden Seiten des Wagens durch eingebaute Seitenthüren erfolgt. Diese Abteilung hat ein Rauchcoupé für 10 und ein Nichtrauchcoupé für 7 Reisende. Außerdem ist noch auf der Plattform ein Sitz für 4 Personen angebracht, so daß der Wagen im ganzen 85 Sitzplätze enthält. Zwischen der II. Klasse und dem Maschinenraum ist der geräumige Gepäcksraum mit einer verschließbaren Abteilung für den Postdienst angeordnet, so daß also dieser Wagen einen vollständigen kleinen Personenzug darstellt.

Das Eigengewicht des leeren Wagens beträgt nur 15 000 kg, das des vollen Wagens ungefähr 22 000 kg., wovon auf das vordere Drehgestell 15 250 kg, auf die rückwärtige Achse 6750 kg entfallen. Die Zugkraft beträgt rund 2000 kg.

Der ursprünglich für Gebrauch auf starken Steigungen senkrecht gestellte Kessel ergab für eine größere Ausnutzung Mängel, die durch Anordnung eines liegenden Kessels behoben wurden. Der Kessel ist so gebaut, daß man behufs Reinigung desselben leicht zu allen Teilen gelangen kann. Der durchschnittliche Verbrauch an Feuerungsmateriale (Coaks und Steinkohle) betrug während eines zweijährigen Betriebs auf ebener Bahn und Steigungen bis zu 1 : 70 rund 2,5 kg pro Zugskilometer.

Die D. von Rowan haben sich auf der Hoyaer und Schleswig-Angeler Eisenbahn in jeder Hinsicht als wirtschaftlich und zweckmäßig bewährt. Die erstere Bahn hat zwei, die letztere drei D. nach System Rowan im Betrieb; die preußischen Staatsbahnen besitzen sechs D. nach diesem System. (Näheres s. Ein System für Betrieb und Anlage von Lokalbahnen, W. R. Rowan, Berlin 1881.)

Außerdem ist der Rowan'sche D. bei der Dampfstraßenbahn von Kopenhagen nach Klampenborg, bei der vom zoologischen Garten in Berlin nach dem Grunewald führenden Dampfstraßenbahn, sowie bei jener von Hilleröd nach Grästed in Verwendung.

Krauß & Co. haben einen zweigeschossigen D. gebaut, der auf zwei drehbaren Untergestellen ruht, von denen das vordere zugleich den Unterbau der Maschine bildet, welche vom Wagen getrennt und als selbständiges Fahrzeug benutzt werden kann. Der Kessel ist quer zur Längsachse des Fahrzeugs gelegt. Der D. faßt 67 Reisende und läßt sich mit demselben eine Geschwindigkeit bis zu 50 km erreichen.

Auch auf einigen Bergbahnen stehen D. in Verwendung; beispielsweise bei der Pilatusbahn (s. d.).

Litteratur: Schwabe, Versuchsfahrten mit dem Weißenborn'schen D. (System Rowan), Berlin 1879; Dampfomnibus (System Krauß), München 1882; Clark, Die Straßenbahnen, Leipzig 1886; Glasers Annalen 1879, 1882, 1889; Heusinger v. Waldegg, Handbuch für specielle Eisenbahntechnik, II. Bd., S. 583 u. ff. Spitzer.

Danco, Karl, geboren 10. Juli 1815 zu Arnsberg, gestorben 17. Juli 1886 zu Bonn, trat nach Beendigung der Rechtsstudien in den preußischen Staatsdienst. Nach mehrjähriger Beschäftigung als Regierungsassessor im Bereich der Regierung zu Arnsberg wurde er 1849 zur Staatseisenbahnverwaltung übernommen, wirkte anfänglich bei Leitung der westfälischen, dann der Aachen-Düsseldorf-Ruhrorter, später auch bei dem Bau der Köln-Crefelder Eisenbahn als Mitglied der betreffenden Staatsbehörden, bis er 1856 zum Vorsitzenden der kgl. Eisenbahndirektion zu Elberfeld berufen wurde, welche vom Staat zur Verwaltung der bergisch-märkischen Eisenbahn für Gesellschaftsrechnung eingesetzt war.

In dieser Stellung verblieb D. bis 1875, während welcher Zeit sich das inmitten des rheinisch-westfälischen Verkehrsgebiets günstig gelegene Eisenbahnunternehmen von 15 Meilen auf 150 Meilen Ausdehnung vergrößerte. Als 1875 eine wesentliche Änderung in der Verfassung der bergisch-märkischen Eisenbahngesellschaft stattfand, schied D. aus seiner Stellung und wurde durch die Wahl der Gesellschaftsdeputation wie durch das Vertrauen des Ressortministers zum Vorsitzenden der ersteren berufen; in dieser Stellung bemühte er sich, das weitere Gedeihen des Unternehmens zu fördern, bis mit Januar 1882 der preußische

Staat die Verwaltung der bergisch-märkischen Bahn für eigene Rechnung übernahm. D.s Thätigkeit ist mit der bedeutenden Entwicklung der bezeichneten Bahn, dieser um das Emporblühen der westpreußischen Provinzen verdienten Verkehrsanstalt, unzertrennlich verknüpft. Sundt.

Dargan, William, berühmter irischer Eisenbahningenieur, gestorben anfangs 1867, erwarb sich durch seine Thätigkeit und Energie bei dem Ausbau des irischen Eisenbahnnetzes, sowie durch den Bau des Glaspalastes für die Dubliner Industrieausstellung von 1853 bedeutenden Ruf in der Ingenieurwelt und hat sich gerade um sein engeres Vaterland Irland besonders verdient gemacht. D. hatte seine Laufbahn in England begonnen, kehrte aber in der Zeit, als die Eisenbahnen ihre ersten Proben glänzend bestanden hatten und infolgedessen alle Welt nach Eisenbahnen verlangte, nach Irland zurück, um sich dort mit unermüdlichem Eifer der Aufstellung und Durchführung der Projekte zu den bedeutendsten irischen Eisenbahnen zu widmen. Es waren dabei zahllose Schwierigkeiten zu überwinden, namentlich in den Jahren, wo die Eisenbahnunternehmungen zeitweilig beim großen Publikum und hauptsächlich bei den Börsemännern in Mißkredit gekommen waren. D. pflegte in solchen Zeiten nicht allein mit seinem eigenen großen Vermögen, soweit es nötig war, um die dringendsten Zahlungen zu bestreiten, auszuhelfen, sondern er flößte auch durch sein Beispiel den Aktionären neuen Mut ein und verschaffte den Gesellschaften neuen Kredit. Unter den zahlreichen Eisenbahnen, deren Bau er leitete, ist die bedeutendste die Great Southern- and Western-Bahn von Irland, bekannt durch die Solidität und Vorzüglichkeit ihrer Ausführung. Die Dublin-, Wicklow and Wexford-Bahn war zum großen Teil sein Privateigentum und hat ihm besonders viel zu verdanken, da er die Angelegenheiten dieser Bahn, als dieselben sehr schlecht standen und erst wenige Meilen der Bahn fertig waren, ganz in seine Hand nahm und so gut verwaltete, daß er sie bei seinem Tod vollständig geordnet zurückließ; er vollendete 50 englische Meilen dieser Bahn in schwierigem Terrain, bis zur Stadt Enniscorthy, so daß seinem Nachfolger nur noch der Ausbau von 16 englischen Meilen, zwischen Enniscorthy und Wexford erübrigte.

Deblockieren, die Wiederaufhebung der mittels eines Blockapparats bewirkten Absperrung eines Bahnabschnitts; s. Blockeinrichtungen, Zugdeckungssignale.

Décauville-Bahn, schmalspuriges Feldbahnsystem, nach welchem u. a. auf der Pariser Weltausstellung vom Jahr 1889 eine 3 km lange Strecke in Betrieb stand; s. Feldbahnen.

Decentralisation, s. Administration.

Decharge (*Liberation*, *Absolution*) ist die Genehmigung einer Geschäftsführung für eine abgelaufene Betriebsperiode, einschließlich des Richtigbefunds der vorgelegten Rechnung. Die D. erfolgt bei Staatsbahnen in letzter Linie durch die Volksvertretungen, welchen die sämtlichen Staatsrechnungen der abgelaufenen Etatperiode vorgelegt werden; bei Privatbahnen durch die Generalversammlung der Aktionäre. Die D. ist:

1. Eine bedingungsweise, wenn noch ein Vorbehalt in ihr enthalten ist.

2. Eine vollständige oder unbedingte, welche die geschäftsleitende Verwaltung bedingungslos von weiterer Verantwortlichkeit für die abgelaufene Betriebsperiode losspricht.

Die Justifikationserklärung erfolgt schriftlich nach stattgefundener Rechnungsablegung.

Decimalwagen (*Decimal balances*, pl.; *Balances*, f. pl., *décimales*), jene Wagen, bei welchen das in die Wagschale gesetzte Gewicht durch Verzehnfachung das Gewicht der zu wägenden Last anzeigt; s. Brückenwagen und Wiegevorrichtungen.

Deckeldohle, Plattendurchlaß (*Culvert covered by slabs; Aquéduc*, m., *couvert par dalles*), ein aus zwei Widerlagern mit Platten, welch letztere eine freie Öffnung überspannen, bestehendes Bauwerk unter einer Bahn, Straße u. dergl., zumeist zur Abführung von Wasser dienend; s. Durchlässe.

Deckenanker, s. Dampfkessel.

Deckenmiete, s. Decken- und Bindematerial.

Decken- und Bindematerial (*Matériel*, m., *de bâchage et d'arrimage*), umfaßt das zum Schutz und zur Befestigung der auf offenen Wagen verladenen Güter in Verwendung kommende Eindeckungs- und Bindematerial, als Wagendecken, Teerplachen, Leinen, Ketten, Riemen etc.; das D. wird entweder vom Absender beigegeben oder auf Verlangen desselben von der Eisenbahn gegen eine bestimmte Leihgebühr beigestellt.

Bezüglich der von den Versendern gelieferten eigenen Decken gilt nach dem deutschen Eisenbahngütertarif und den gemeinsamen Transportbestimmungen für die österr.-ung. Eisenbahnen (Tariftheil I), folgendes:

a) Nur solche Decken sollen zugelassen werden, die mit einer dauerhaften und deutlichen Bezeichnung des Namens des Eigentümers und seines Wohnorts (Eisenbahnstation) versehen sind.

b) Die eigenen Decken der Versender, welche zum Schutz der Ladung dienen, werden beim Transport der betreffenden Güter an den Empfänger frachtfrei befördert (doch darf unter Einrechnung des Gewichts der Decken die zulässige Höchstbelastung der Wagen nicht überschritten werden). Die Rücksendung der Decken geschieht ebenfalls frachtfrei (in Deutschland nur, wenn dieselben innerhalb dreier Monate durch den Empfänger zur Beförderung an den Eigentümer als gewöhnliches Frachtgut aufgegeben werden).

c) Diese eigenen Decken sollen auf den Bestimmungsstationen dem Empfänger der Sendung mit überliefert werden, und ist daher in den betreffenden Frachtbriefen und Frachtkarten von den Ausstellern, bezw. von der Abgangsexpedition zu vermerken: „Nebst...Stück eigenen Decken zum Schutz der Ladung".

d) Bei Rücksendung der Decken hat der Empfänger derselben unter Vorlegung des von der Güterexpedition abzustempelnden Originalfrachtbriefes einen auf die Adresse des Eigentümers lautenden Frachtbrief beizugeben und in diesem ausdrücklich zu bemerken: „Frachtfrei zu befördern".

Fehlt dieser Vermerk oder wird der Originalfrachtbrief nicht sofort bei Aufgabe der Decken zum Rücktransport vorgelegt, so wird die tarifmäßige Fracht erhoben.

e) Für Verlust, Beschädigung oder für Versäumung der Lieferungszeit haftet die Eisenbahn bei der Rücksendung der Decken nur dann, wenn dieselben gegen Frachtzahlung aufgegeben werden.

Die vorstehend aufgeführten Bestimmungen finden sinngemäße Anwendung auf die bei lose verladenen Gütern, wie Kohlen, Coaks, Torf, Cichorienwurzeln, Obst u. s. w., von den Versendern als Transportutensilien gestellten Aufsätze, Teilwände, Langbäume, Schemel, Ketten, Seile, Leinen, Stränge, Schließkeile, Rungen und Unterlagebalken, sowie auf die zur Holzverladung benutzten Stützen oder Steifen.

Hinsichtlich der Darleihung von Decken seitens der Eisenbahn gelten die Bestimmungen der Versandbahn.

Die Deckenmiete wird bei einzelnen Verwaltungen nach der Anzahl der Decken, bei anderen ohne Rücksicht auf die Anzahl der Decken pro Wagen berechnet. Durchschnittlich sind die Sätze:

Auf je angefangene 200 km, für jede dem Versender auf dessen im Frachtbrief ausgesprochenen Antrag zu eigener Deckung hergeliehene Decke in Deutschland 2 Mk. für jeden zweiachsigen Wagen und 4 Mk. für jeden drei- oder vierachsigen Wagen, in Österreich pro Wagen bis zu 200 km 5 Gulden, für weitere angefangene 100 km 1 Gulden.

Eine gleiche Mieterhebung findet auch ohne Antrag auf Deckung in jenen Fällen statt, in welchen die Deckung der Güter zur Erfüllung zollgesetzlicher und bahnpolizeilicher Vorschriften erfolgt, soweit die Eisenbahnverwaltung nicht in Gemäßheit der allgemeinen Tarifvorschriften ohnehin bedeckte Beförderung eintreten läßt.

Zieht es die Eisenbahnverwaltung vor, statt Decken herzugeben, bedeckt gebaute Wagen zu stellen, so kommt neben der tarifmäßigen Fracht die Deckenmiete für eine Decke pro Wagen zur Berechnung.

Bei zweiachsigen Wagen, zu deren Deckung mehrere Decken verwendet sind, wird die Miete nur für eine Decke pro Wagen erhoben.

Über die Behandlung und Beförderung der Wagendecken und der übrigen Ladungsutensilien sind für den Bereich des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen durch das Übereinkommen, betreffend die gegenseitige Wagenbenutzung (§ 21) die nachstehenden Vorschriften getroffen:

Alle auf fremde Bahnen übergehenden Ladungsutensilien, insbesondere auch lose Wagendecken, müssen, soweit es ausführbar ist, mit einem Eigentumsmerkmal versehen sein.

Hinsichtlich ihrer Behandlung gelten die für lose Wagenbestandteile gegebenen Bestimmungen (§ 20) mit der Maßgabe, daß Ladungsutensilien, welche auf dem Rückweg keine Verwendung finden, spätestens innerhalb zweier Tage frachtfrei an die Versandstation zurückzuschicken sind. Wagendecken und Ladungsutensilien, welche aushilfsweise zur Benutzung für einen nach der Eigentumsbahn bestimmten Transport an die Beladungsstationen fremder Bahnen gesendet werden, sind auch frachtfrei zu befördern. Für die zu kartierenden Begleitscheine der betreffenden Sendungen ist ebenfalls das vorgeschriebene Formular zu verwenden.

Wagendecken, welche von den Wagen getrennt zur Beförderung kommen, sind zusammenzulegen und zu plombieren; zugehörige Leinen etc. sind in das Kollo hineinzulegen.

Die Beförderung der vorerwähnten Gegenstände soll mit thunlichster Beschleunigung und, soweit ausführbar, eilgutmäßig, jedenfalls in der für die Beförderung der Wagen vorgeschriebenen Frist, erfolgen.

Bei verspäteter Rücksendung loser Wagendecken hat die schuldige Verwaltung der Deckeneigentümerin eine Konventionalstrafe von $^1/_2$ Mark pro Tag und Decke zu entrichten.

Reklamationen in Betreff verloren gegangener, beschädigter oder unrichtig expedierter Ladungsutensilien sind innerhalb dreier Monate nach dem Tag der Expedition der betreffenden Gegenstände anhängig zu machen. Die Frist gilt als verstrichen, wenn innerhalb des angegebenen Zeitraums weder von der Verwaltung selbst, noch von einem ihrer Organe eine Reklamation erhoben worden ist. Spätere Reklamationen brauchen nicht berücksichtigt zu werden.

Der Schriftwechsel über Verlust, Beschädigung und unrichtige Expedition der bezeichneten Utensilien ist zunächst zwischen den betreffenden Stationen (Übergangs- und Depotstationen) direkt zu führen; die vorgesetzten Dienststellen oder die Direktionen sollen sich erst dann mit den Reklamationen befassen, wenn die zwischen den Stationen geführte Korrespondenz erfolglos geblieben ist, oder es sich um Verrechnung der Entschädigungsbeträge oder Konventionalstrafen handelt.

Was die Aufbewahrung und Behandlung der Wagendecken und der sonstigen Ladungsutensilien auf den Stationen anlangt, so bestehen hierüber bei jeder Bahn verschiedene, den örtlichen Verhältnissen angepaßte Vorschriften.

Auf den italienischen Bahnen gewähren die Verwaltungen den Versendern, welche die in offenen Wagen zu befördernden Güter mit eigenen Decken bedecken wollen, deren freie Beförderung auch für den Rückweg. Gleiche Vergünstigung gewähren sie für Ketten und Rungen, welche zur Befestigung von Langholz oder anderen Gegenständen auf den Wagen gedient haben.

Die im Eigentum von Privaten befindlichen Decken, Ketten oder Rungen müssen die Bezeichnung des Eigentümers tragen.

Die Rückbeförderung erfolgt in Eilfracht, aber ohne Verantwortlichkeit für eine Verzögerung, sofern die für Frachtgutsendungen festgesetzte Lieferfrist nicht überschritten ist.

Wenn der Versender für solche Güter, welche die Verwaltung in offenen Wagen zu befördern berechtigt ist, auf dem Frachtbrief die Verwendung einer oder mehrerer Decken verlangt, so wird bei Eilgut eine Gebühr von 0,0113 Lire pro Decke und Kilometer, mindestens aber 1,13 Lire für jede gelieferte Decke, bei Frachtgut eine Gebühr von 0,0102 Lire pro Decke und Kilometer, mindestens aber 1,02 Lire für jede gelieferte Decke erhoben.

Die Verwaltung ist zur Lieferung von Decken nur verpflichtet, soweit solche vorrätig sind, und kann sie verweigern, sofern sie wegen der Beschaffenheit der Güter beschädigt werden können.

Die schweizerischen Bahnen übernehmen zur Bedeckung solcher Güter, welche entweder tarifgemäß oder auf Verlangen des Absenders in

offenen Wagen befördert werden, keine Verpflichtung zur Lieferung von Wagendecken. Soweit indessen solche in den Stationen verfügbar sind, können dieselben den Versendern mietweise überlassen werden. Die Mietgebühr pro Decke beträgt für je angefangene 100 km 2 Frs., mindestens aber 3 Frs.

Auf den französischen Bahnen bestehen für die Beförderung der Transportutensilien keine allgemeinen Vorschriften. In der Regel wird das Decken- und Bindematerial vom Versender beigestellt. Wünscht der Versender die Verwendung von solchen Decken, welche der Eisenbahnverwaltung eigentümlich sind, so hat er eine Gebühr von 1 Frs. pro Decke und je angefangene 100 km, wenigstens aber 2 Frs. zu entrichten. Die dem Versender gehörigen Decken müssen den Namen des Eigentümers und der Station, nach welcher sie zurückbefördert werden sollen, tragen. Für die Rückbeförderung wird eine Gebühr von 80 Cts. für Registrierung und Frachtbriefstempel eingehoben. Beim Transport in offenen oder nicht bedeckten oder mit Decken des Versenders bedeckten Wagen, ist die Eisenbahn von jeder Haftung für Schäden durch Nässung befreit. Ähnliche Bestimmungen gelten in Belgien.

In England ist zwar die Beigabe von Decken durch die Versender zugelassen; dieselbe erfolgt jedoch fast ausschließlich durch die Bahn; die Partei zahlt hierfür an Miete 1,5 Mk. pro 25 Meilen und Stück, d. i. wenn der Wagen voll beladen ist, 0,03 Pf. pro Centner und Meile, also ungefähr ebensoviel als die Differenz der Fracht für offene und gedeckte Wagen beträgt.

Decken, welche zum Schutz aufgelieferter oder angelangter Güter, insbesondere wenn diese im Freien lagern müssen, dienen, werden seitens der Eisenbahnen fast überall unentgeltlich beigestellt. Dr. Wehrmann.

Deckplatten im Bauwesen sind entweder natürliche und dann mehr oder minder bearbeitete Steine oder künstliche Materialien in Plattenform, welche zur Deckung von Mauern, Dohlen, Dächern u. s. w. verwendet werden. Die D. (Klemmplatten) im eisernen Oberbau dienen unter gleichzeitiger Verwendung von Schraubenbolzen zur Befestigung der breitfüßigen Schienen auf den eisernen Schwellen, oder der eisernen Langschwellen auf den zuweilen an ihren Stößen eingelegten Querschwellen; s. Eiserner Oberbau.

Deckrahmen, s. Wagenkasten.

Deckungssignale werden Signalvorrichtungen genannt, mittels welchen gefahrvolle, besondere Aufmerksamkeit beim Betrieb erforderliche Stellen der Bahn, wie z. B. Bahnhofseinfahrten, Bahnabzweigungen und Bahnkreuzungen, Planumübergänge und bewegliche Brücken „gedeckt“ werden, d. h. mittels welchen angezeigt wird, ob ein Bahnzug die fraglichen Stellen überfahren darf oder nicht. Solche Deckungssignale heißen auch Absperrungssignale; s. deshalb „Bahnzustandssignale“. Eine andere Art von Deckungssignalen hat den Zweck, die Züge während ihrer Fahrt oder beim Halten vor Zusammenstößen mit anderen Zügen zu schützen; s. in dieser Beziehung Bahnzustandssignale.

Deckwinkel im allgemeinen heißen jene Winkeleisen, welche zur Deckung (Verbindung), beispielsweise eines stumpfen Stoßes verwendet werden. Beim eisernen Oberbau nennt man D. jene besonderen Formstücke, welche an Stelle der winkelförmigen Klemmplatten zur Verbindung der Hilf'schen Langschwellen mit der Querschwelle dienen, welch letztere zuweilen zur Verstärkung des Schienenstrangs an den Schwellenenden eingelegt werden. Sie sind an den Enden der Langschwellen beiderseits angebracht, mit diesen vernietet und mit der Querschwelle verschraubt, so daß sie das Wandern der Langschwellen zu verhindern imstande sind.

Defektenverfahren, ein zunächst dem preußischen Verwaltungsrecht eigentümlich gewesenes, später auch in das deutsche Reichsrecht, sowie in andere Landesgesetzgebungen übergegangenes Verwaltungsverfahren, welches den Zweck verfolgt, dem Staat auf kürzestem Weg Ersatz für die von seinen Beamten zu vertretenden Fehlbeträge (Defekte) zu verschaffen, welche sich an den dienstlich in ihren Gewahrsam gelangten oder in ihrer Verwaltung befindlichen Geldern und anderen Gegenständen herausgestellt haben. Das D. wird demnach gegen Staatseisenbahnbedienstete eingeleitet, welche Frachtgelder oder sonstige für die Eisenbahnkasse vereinnahmte Beträge entweder gar nicht oder nur teilweise zur Kasse bringen.

Das D. überhebt die Staatsverwaltung der Notwendigkeit, gegen den ersatzpflichtigen Beamten den Rechtsweg zu betreten, ohne denselben auszuschließen, und bringt dem Beamten den Vorteil, daß ihm die Kosten und sonstigen Nachteile eines gerichtlichen Verfahrens erspart bleiben. In Preußen ist das D. durch Verordnung vom 24. Januar 1844 eingeführt worden und hat durch das Reichsbeamtengesetz vom 31. März 1873 (§§ 134 ff.) auch für die Bediensteten der Reichseisenbahnen mit geringen Abweichungen Geltung bekommen.

Demgemäß ist die Feststellung der Defekte an öffentlichen oder an Privatvermögen, welche bei den Kassen entdeckt werden, zunächst von derjenigen Behörde zu bewirken, zu deren Geschäftskreis die unmittelbare Aufsicht über die Kasse gehört (Eisenbahnbetriebsamt, Eisenbahndirektion). Von dieser Behörde ist zugleich festzustellen, wer für den Defekt zu haften hat, und bei einem Defekt an Materialien, auf wie hoch die zu erstattende Summe in Geld zu berechnen ist. Über den Betrag des Defekts, die Person des zum Ersatz Verpflichteten und den Grund seiner Verpflichtung wird ein motivierter Beschluß gefaßt, welcher, falls er von einer Eisenbahndirektion ausgeht, ohne weiters, sonst aber erst nach Genehmigung der vorgesetzten Eisenbahndirektion vollstreckbar ist. Die letztere kann auch den Beschluß selbst abfassen oder berichtigen.

Dieser Beschluß kann auf die unmittelbare Verpflichtung zum Ersatz des Defekts gerichtet werden:

1. gegen jeden Beamten, welcher der Unterschlagung als Thäter oder Teilnehmer überführt ist;

2. gegen denjenigen Beamten, welchem die Kasse etc. zur Verwaltung übergeben war, auf Höhe des ganzen Defekts, und gegen jeden anderen Beamten, welcher an der Einnahme oder Ausgabe, der Erhebung, der Ablieferung oder dem Transport von Kassengeldern etc. vermöge seiner dienstlichen Stellung teilzunehmen hatte, auf Höhe des in seinen Gewahrsam ge-

kommenen Betrags, in beiden Fällen, sofern der Defekt durch grobes Versehen entstanden ist.

Sind Beamte, gegen welche die zwangsweise Einziehung des Defekts beschlossen wird, in der Verwaltung ihres Amts, wofür sie eine Amtskaution bestellt haben, belassen worden, so haben sie wegen Ersatzes des Defekts anderweite Sicherheit zu leisten; erfolgt die Sicherstellung nicht, so findet die Zwangsvollstreckung zunächst nicht in die Kaution, sondern in das übrige Vermögen statt, jedoch soweit die bestellte Kaution reicht, nur auf Sicherstellung eines gleichen Betrags. Die Verwaltungsbehörde kann den Beschluß selbst zur Ausführung bringen, soweit sie Exekutionsrechte hat, d. h. nur gegen den Defektanten und den zum Ersatz sonst verpflichteten Beamten; wogegen sie gegen dritte Personen, welche als Bürgen oder als Besitzer eines zur Kaution bestellten Grundstücks verhaftet sind, ihre Ansprüche im Rechtsweg geltend zu machen hat.

Gegen den Beschluß findet sowohl hinsichtlich des Betrags, als hinsichtlich der Ersatzverbindlichkeit, der Rekurs an die vorgesetzte Behörde (bezüglich der von den königl. Eisenbahndirektionen gefaßten oder bestätigten Defektenbeschlüsse geht der Rekurs an den Minister der öffentlichen Arbeiten) und die Berufung auf rechtliches Gehör binnen Jahresfrist statt; jedoch behält die Exekution ihren Fortgang. Die abweichende gerichtliche Entscheidung macht das D. wirkungslos.

In der strafrechtlichen Untersuchung bleiben dem Verpflichteten seine Einreden gegen den Beschluß auch nach Ablauf des Jahrs vorbehalten. Gegen den Beschluß, wodurch die Beschlagnahme des Vermögens oder Gehalts angeordnet worden, steht den Beamten die Berufung auf rechtliches Gehör in derselben Weise zu, wie dies gegen einen gerichtlich angelegten Arrest zulässig ist. Den Erben des Beamten ist der Rechtsweg nur in demselben Maß gestattet, wie dem Beamten selbst.

Gegen jene Beamten, welche wegen ihrer amtlichen Beziehungen zu den fehlenden Geldern (als Verwahrer, Verwalter etc.) zum Ersatz herangezogen werden können, ist noch vor Abfassung eines Defektenbeschlusses im Verwaltungsweg eine vorläufige Vermögensbeschlagnahme (in das Gehalt oder das übrige bewegliche Vermögen) zulässig, wenn eine nahe und dringende Gefahr eines Fluchtversuches oder der Entziehung des Vermögens von der Verwendung zum Ersatz des Defekts vorliegt.

Vgl. bezüglich des D. in anderen deutschen Staaten das württembergische Gesetz vom 16. Dezember 1876, Art. 2, Nr. 2, über die Verwaltungsrechtspflege, das badische Beamtengesetz vom 24. Juli 1888, § 89, das hessische Gesetz vom 21. April 1880, Abschnitt VI (Art. 41—51) etc.

In Österreich werden Forderungen des Staats an seine Eisenbahnbeamten und Diener, welche aus dem Dienstverhältnis entspringen, gemäß § 30 der Dienstordnung für Staatseisenbahnbedienstete, ebenfalls im administrativen Weg festgestellt, und soweit selbe nicht durch Barzahlung gedeckt werden, durch Abzüge von den Aktivitäts- oder Ruhegenüssen ohne Dazwischenkunft der Gerichte hereingebracht.

Neben der civilrechtlichen Ersatzpflicht trifft den Staatseisenbahnbeamten, welcher sich eines Unterschleifs der Kassengelder schuldig macht, nach dem deutschen Strafgesetz Gefängnis von wenigstens drei Monaten.

In Österreich werden die Beamten der Staatseisenbahnverwaltung in Bezug auf Bestrafung von Unterschleifen nicht als Staatsbeamte (§ 101 des Strafgesetzes) behandelt und demnach nicht wegen Amtsveruntreuung (§ 181), sondern wegen Verbrechens, bezw. Übertretung der einfachen Veruntreuung (§ 183, 461 des Strafgesetzes) bestraft. v. Oesfeld.

Deflektionsmesser, Einsenkungsmesser, dienen zur Feststellung der Durchbiegungsmaße belasteter Brückenträger; s. Durchbiegungszeichner.

Dehnungszeichner, Dehnungsmesser, ein Instrument zur Messung von Längenänderungen, bezw. Spannungen vorübergehend oder bleibend beanspruchter Konstruktionsteile, insbesondere bei Brücken.

Die zumeist angewendeten D. rühren von Fränkel, Hoech und Deistler her.

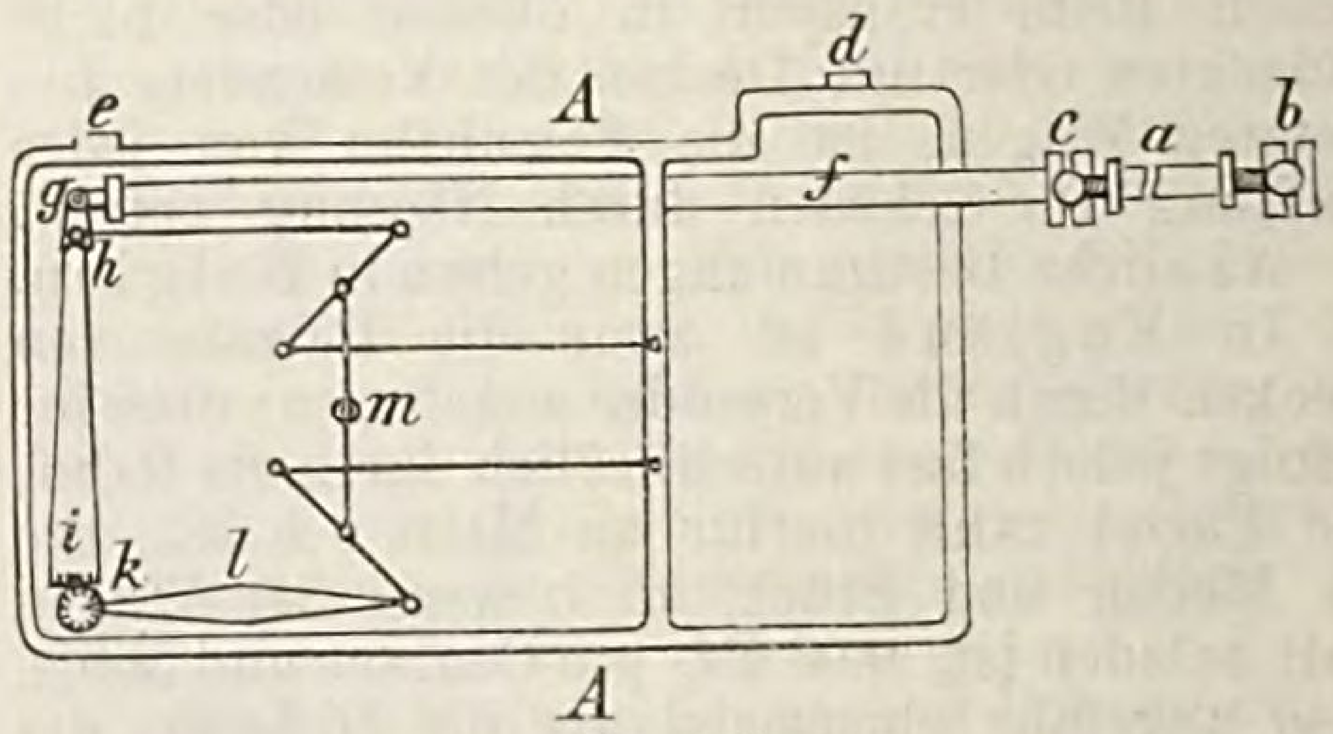


Fig. 615.

Der D. von Fränkel (Fig. 615) besteht aus der metallenen, hohlen Meßstange a und dem im Rahmen A befindlichen Schreibwerk, welch letzteres nahezu die gleiche Anordnung der Papierwalzen und des Uhrwerks zeigt, wie der Fränkel'sche Durchbiegungszeichner (s. d.). Der Rahmen A wird bei e und d, die Meßstange a, welche bei b und c in Kugellagern ruht, bei b an dem zu beobachtenden Konstruktionsteil befestigt. Wird nun letzterer zusammengepreßt oder gestreckt, so daß sich die Befestigungspunkte b und d nähern oder voneinander entfernen, so überträgt die Meßstange a mittels des Verbindungsglieds f die Längenänderung zunächst auf den kurzen Hebel g, welcher bei h seinen Drehpunkt am Rahmen A hat und mit dem Zahnradabschnitt i fest verbunden ist. Letzterer greift in ein Zahnrad k, welches durch seine Drehung den Arm l und damit die Geradführung des Schreibestifts m, sowie diesen selbst auf dem Papierstreifen entsprechend verschiebt. Ein fest mit dem Rahmen A verbundener Stift zeichnet die Nullinie auf dem Papierstreifen; zwei weitere Stifte ermöglichen die Bezeichnung einer beliebigen Laststellung auf dem Diagramm. Die Ingangsetzung des Uhrwerks und die Bezeichnung gewisser Laststellungen kann bei Bahnbrücken auch mittels eines, ebenfalls im Rahmen A angebrachten Elektromagnets durch die Belastung selbst bewirkt werden, indem an den Schienen Kontaktapparate angebracht werden, welche mit dem Elektromagnet und einer Batterie in Verbindung stehen und durch das vorderste Lokomotivrad ausgelöst werden. Die Vorrichtung läßt Dehnungsunterschiede von 0,003 mm auf dem Papierstreifen erkennen, ist jedoch bei großen

Längenänderungen, wegen der nicht mehr ausreichenden Breite der Papierrolle, auf welcher die Dehnungen als Ordinaten sich zeichnen, nicht mehr verwendbar. (Civilingenieur, XXVIII. Band, 2. und 3. Heft.)

Während der Fränkel'sche Dehnungszeichner die Dehnungen während der ganzen Dauer der Inanspruchnahme des zu beobachtenden Stabs aufzeichnet, läßt der D. von Hoech nur Größt- und Kleinstwerte ablesen. Derselbe besteht im wesentlichen aus zwei gegeneinander verschiebbaren Stangen, von welchen die eine doppelt, die andere einfach ist. Letztere hat einen gewöhnlichen Maßstab, während erstere mit einem Nonius in Verbindung gebracht ist, welcher eine Ablesung von $^1/_{500}$ mm auf optischem Weg gestattet. Die entgegengesetzten Enden der beiden Stäbe tragen einen Stahldorn und eine Schraubzwinge zur Befestigung an dem zu beobachtenden Stab.

Nachdem bei dem Fränkel'schen D. die Spannungen aus den aufgezeichneten Längenänderungen erst ermittelt und bei dem Hoech-schen erst gerechnet werden müssen, hat Oberingenieur J. Deistler eine Vorrichtung entworfen, bei welcher dieselben unmittelbar auf einem Zifferblatt abgelesen werden können und reicht die Messung bis zu sehr hohen Spannungen (bei Eisen bis 2500 kg pro Quadratcentimeter) hinauf, bezüglich deren der Fränkel'sche D. bereits versagt.

Der Deistler'sche Dehnungsmesser besteht aus einem zerlegbaren, 40 cm oder 80 cm langen, röhrenförmigen Stab, dessen eines Ende von einem mittels Schelle und Druckschraube am zu untersuchenden Glied befestigten Kugelgelenk gehalten wird, dessen anderes Ende mittels eingefügter Mikrometerschraube auf das in ein Barometergehäuse eingeschlossene Hebelwerk mit Zifferblatt und Zeiger wirkt. Deistlers Meßwerkzeug erscheint namentlich da zweckmäßig, wo eine große Zahl von Messungen in kurzer Zeit auszuführen oder Schrauben (z. B. bei Schiffkornbrücken) bis zu einer bestimmten Grenze zu spannen sind; zu erwähnen sind noch die D. von Strohmeyer, Kennedy, Thomasset-Veritas, Hartig-Reusch, Pohlmeyer, Mohr-Martens, Fairbanks & Co., Delaloë, Wicksteed Gidding und die Spiegelvorrichtungen von Rauschinger und von Martens. (Näheres s. Technische Blätter 1889; Handbuch der Ingenieurwissenschaften, IV. Bd., XVII. Kap., 1889; Organ f. d. Fortschr. des Eisenbahnwesens 1890.) Ebert.

Deicheldurchlässe, höchst einfache Vorrichtungen zur Wasserabführung an untergeordneten Wegen und an Teichdämmen, wobei das Wasser durch gebohrte Rundhölzer (Deicheln), wie solche zur Trinkwasserleitung vielfach gebraucht werden, läuft; s. Durchlässe.

Dekartierung (*Vérification*, f., *des feuilles de route à l'arrivée*), Prüfung und Richtigstellung der in der Empfangsstation einlangenden Frachtkarten. Hierüber gelten bei den deutschen Bahnen folgende Bestimmungen, welche im wesentlichen mit den einschlägigen Vorschriften der österr. Bahnen übereinstimmen. Die Frachtkarten, sowie die dazugehörigen Frachtbriefe sind sofort nach Eingang, bezw. nach Übernahme der Güter von der Empfangsexpedition mit dem Tagstempel abzustempeln. Die Frachtbriefe sind sodann mit den Frachtkarten in sämtlichen Spalten, namentlich in Bezug auf Inhalt, Gewicht, Wert- und Interessedeklaration, Nachnahmen, Zoll- und Steuerpapiere zu vergleichen und etwaige Abweichungen in den Karten richtig zu stellen; hierauf hat ohne Unterschied, ob die Sendung frankiert oder unfrankiert abgefertigt wurde, die Prüfung der ausgeworfenen Geldbeträge nach Maßgabe der betreffenden Tarife und eventuelle Richtigstellung der bezüglichen Einträge stattzufinden. Bei vorgenommenen Nachwiegungen hat sich die Prüfung auch darauf zu erstrecken, ob das hierbei festgestellte Gewicht mit dem zur Frachtberechnung gezogenen Gewicht übereinstimmt.

Ist bei Frankaturen in der Abgangsstation zu wenig erhoben, so wird der Minderbetrag sowohl in der Karte, wie auf dem Frachtbrief behufs Einziehung vom Empfänger in Überweisung gesetzt. Verweigert der Adressat die Zahlung dieses Differenzbetrags, so ist das Gut nicht auszuhändigen, sondern der Versandstation, eventuell telegraphisch die Einziehung des fraglichen Betrags vom Absender aufzugeben, und, falls auch dieser die Nachzahlung verweigert, die Sendung als unbestellbar zu behandeln. (In Österreich kann das Gut in solchem Fall ausnahmsweise ausgefolgt werden, wenn mit Rücksicht auf die natürliche Beschaffenheit des Gutes oder auf eine verspätete Ablieferung der Eintritt eines die Frachtdifferenz übersteigenden Schadens zu befürchten ist.) Sind Frankatursendungen versehentlich in überwiesener Fracht expediert, so ist ebenso zu verfahren, wie bei zu niedrig erhobenen Frankaturbeträgen. Von dem Versehen ist die Versandstation mit größtmöglicher Beschleunigung in Kenntnis zu setzen.

Ist dagegen in der Abgangsstation an Frankatur zu viel erhoben, so wird darüber in der Karte ein Vermerk und (behufs Rückzahlung) der Versandstation Meldung gemacht. Wenn der Absender zugleich Empfänger des Gutes ist, so wird die zuviel erhobene Frankatur sogleich unter Berichtigung der Karte ausgezahlt, und der Betrag, mit der Quittung belegt, von der Versandexpedition durch Nachnahme im Kartierungswege eingezogen. Die im Frachtbrief ausgeworfene Fracht ist ebenfalls zu berichtigen, und ist über die etwa zurückgezahlte Fracht an den Empfänger, wenn er gleichzeitig Absender ist, im Frachtbrief ein bezüglicher Vermerk zu machen.

Ebenso ist auch bei überwiesener Fracht die D. vorzunehmen.

Der dekartierende Beamte ist für die Richtigstellung der Frachtkarten in allen Teilen verantwortlich und hat deshalb auch, soweit die Feststellung der Fracht es erfordert, das Frachtgut selbst in Augenschein zu nehmen.

Nach erfolgter D. sind die Karten an der dazu bestimmten Stelle zu unterschreiben. Gleichzeitig sind auf den Frachtbriefen und sonstigen Begleitpapieren die Nummer und Position der Frachtkarte, die Abgangsstation und bei Wagen die Nummer und Eigentumsbezeichnung des Wagens, in welchem das Gut eingegangen ist, zu vermerken, sofern das eine oder andere von der Versand-, bezw. Kartierungs- oder Umladestation etwa unterlassen sein sollte.

Über alle Änderungen, welche in der Frachtkarte bei der D. vorgenommen werden, ist eine entsprechende Nachricht der Kontrolle, bezw. der Kartierungsstation zu geben. — Vgl. Scholtz,

Der Eisenbahngüter-Expeditionsdienst, Elberfeld 1873, S. 198 ff.; Rohr, Handbuch des praktischen Eisenbahndienstes, II, 836 ff., Stuttgart 1877.

Bei den englischen Bahnen werden die Güter nach den Karten gezählt und festgestellt. Die Karten werden sodann nachgerechnet und in stationsweise angelegte Bücher eingeheftet und aufbewahrt. Dr. Wehrmann.

Deklaration eines der Bahn zur Beförderung übergebenen Gutes (*Declaration of goods; Déclaration*, f.), Angabe des Inhalts, Gewichts, Werts und anderer Merkmale des Gutes im Frachtbrief. Der Absender ist zur deutlichen und richtigen Bezeichnung der Güter nach Zeichen, Nummern, Anzahl, Verpackungsart, Inhalt und Bruttogewicht der Frachtstücke verpflichtet, hat für die Richtigkeit seiner Angaben im Frachtbrief zu bürgen und alle Folgen zu tragen, welche aus unrichtigen, undeutlichen oder ungenauen Angaben im Frachtbrief entspringen. Solche, der Wirklichkeit nicht entsprechende Angaben können ihren Grund in einem Irrtum des Frachtbriefausstellers haben oder absichtlich behufs Täuschung des Frachtführers gemacht werden, indem sich der Absender durch unrichtige Angabe des Inhalts oder Gewichts einen unberechtigten Vorteil (billigere Fracht) verschaffen oder durch unrichtige Bezeichnung des Inhalts die Beförderung von Gütern erreichen will, welche im Interesse der öffentlichen Sicherheit vom Transport ganz ausgeschlossen oder nur unter Beobachtung gewisser Bedingungen zugelassen sind. Gegen ein derartiges, nicht bloß unrechtliches, sondern unter Umständen für Personen und Güter Gefahr bringendes Verfahren der Absender muß der Frachtführer geschützt sein und ist dies bezüglich des Eisenbahntransports in zweifacher Weise der Fall. Einerseits zieht die Aufgabe von Gütern, die vom Transport ganz ausgeschlossen oder nur bedingungsweise zugelassen sind, unter falscher D. wegen des in Betracht kommenden öffentlichen Interesses strafrechtliche Folgen nach sich. Andererseits ist den Eisenbahnen durch das Reglement die Befugnis eingeräumt, in diesen Fällen eine Konventionalstrafe zu erheben; nach den in Deutschland und Österreich geltenden Bestimmungen hat derjenige, welcher unter falscher oder ungenauer D. (oder als Gepäck) die vom Transport ausgeschlossenen oder nur bedingungsweise zugelassenen Gegenstände zur Beförderung aufgiebt, neben den durch Polizeiverordnungen oder durch das Strafgesetzbuch festgesetzten Strafen, auch wenn ein Schaden nicht geschehen ist, für jedes Kilogramm solcher Versandstücke eine schon durch die Auflieferung verwirkte Konventionalstrafe von 12 Mk. in Deutschland (in Österreich 6 fl.) zu erlegen und außerdem für allen etwa entstehenden Schaden zu haften.

Die Aufgabe von Leichen unter falscher D. zieht in Deutschland und Österreich das Vierfache der verkürzten Fracht vom Abgangs- bis zum Bestimmungsort als Strafe nach sich.

Weniger strenge Folgen hat die falsche D. bei den übrigen Gütern, indem bei diesen die Eisenbahn außer der Nachzahlung der etwa verkürzten Fracht vom Abgangs- bis zum Bestimmungsort nur eine in den besonderen Vorschriften jeder Verwaltung festgesetzte Konventionalstrafe von dem Versender oder Empfänger erheben kann. Diese Konventionalstrafe beträgt bei den dem deutschen Eisenbahnverkehrsverband angehörigen Verwaltungen im Fall unrichtiger Angabe des Gewichts oder Inhalts — ohne gleichzeitige Überlastung des Wagens — sofern durch eine solche unrichtige Angabe eine Frachtverkürzung herbeigeführt wird, das Doppelte der vorenthaltenen Fracht für die ganze Transportstrecke, soferne eine solche Verkürzung nicht stattfinden kann, 1 Mk. für jeden Frachtbrief. In Österreich beträgt diese Konventionalstrafe das Doppelte der verkürzten, bezw. bei unrichtiger Gewichtsangabe das Doppelte der tarifmäßigen Fracht und mindestens 3 fl.

Verwirkt wird die Strafe durch die bloße Thatsache der Aufgabe unter falscher D. und macht es keinen Unterschied, ob die letztere aus böser Absicht (*dolus*) oder aus Irrtum vorgenommen wird, ob ein Schaden wirklich entstanden und ob der Frachtvertrag formell perfekt geworden ist oder nicht. Vgl. § 48*c* u. 50, Ziff. 4, Betriebsreglement, Art. 17, Ziff. 2, d. Übereinkommens zum Betriebsreglement des V. D. E.-V.; Eger, Das deutsche Frachtrecht, Bd. I, 105 ff., Bd. III, 193 ff.; Ruckdeschel, Kommentar zum Betriebsreglement, S. 37 ff. und 63 ff.; Wehrmann, Das Eisenbahnfrachtgeschäft, S. 45 ff.

Nach dem schweizerischen Transportgesetz Art. 10 haftet der Absender für die Richtigkeit der Angaben des Frachtbriefs und trägt alle Folgen, welche aus mangelnden, unrichtigen, undeutlichen oder ungenauen Angaben im Frachtbrief entspringen. Bei unrichtiger Angabe des Gewichts oder Inhalts im Frachtbrief kann die Bahnverwaltung die verkürzte Fracht nachfordern. Im Wiederholungsfall hat auf erhobene Klage der Richter überdies noch eine Buße von wenigstens dem Doppelten der verkürzten Fracht auszusprechen.

Wer unter falscher oder ungenauer D. nur bedingungsweise zum Transport zugelassene Gegenstände aufgiebt, haftet für allen etwa entstehenden Schaden und wird im Wiederholungsfall dem Richter zur Bestrafung überwiesen. Die diesfalls zu erhebenden Beträge können auf die Ware nachgenommen werden.

Die italienischen Verwaltungen sind nach Artikel 105 der Tarifvorschriften berechtigt, das Gewicht und die Art des Gutes zu prüfen, sowie die Frachtstücke zu öffnen, um sich davon zu überzeugen, daß der Inhalt den auf dem Frachtbrief gemachten Angaben entspricht, daß nicht etwa eine nicht deklarierte Zusammenladung von Gegenständen, welche verschiedenen Klassen angehören oder an mehrere Empfänger gerichtet sind, stattgefunden hat, und um zu prüfen, ob die innere Verpackung den bezüglichen Vorschriften (102) entspricht. Diese Prüfung darf, soweit möglich, die Beförderung nicht aufhalten und die Reihenfolge der Annahme nicht stören. Die so geöffneten Frachtstücke müssen seitens der Verwaltung wieder in den früheren Zustand gebracht werden, und zwar auf ihre Kosten, wenn die Prüfung keinen Mißbrauch aufgedeckt hat; wird dagegen ein Mißbrauch festgestellt, so fallen die Kosten dem Versender oder Empfänger zur Last.

Die Öffnung der Frachtstücke muß aus einem Thatbestandsprotokoll ersichtlich sein, welches

in Gegenwart des Versenders oder Empfängers, oder, sofern dies nicht möglich, unter Hinzuziehung von zwei der Verwaltung nicht angehörenden Zeugen im Verwaltungswege aufgenommen wird.

Ergeben sich Abweichungen, so ist die Verwaltung berechtigt, die Preisdifferenz nach dem anzuwendenden Tarif, sowie nach dem festgestellten Gewicht oder der Eigenschaft des Gutes zu erheben, zuzüglich eines Strafzuschlags, welcher jener Differenz gleich ist und erhoben wird:

a) in einfachem Betrag, wenn es sich um falsche Angaben hinsichtlich der Eigenschaft des Viehs und des Gewichts der Güter handelt;

b) im doppelten Betrag, wenn es sich um eine festgestellte Gewichtsdifferenz bei Wagenladungsgütern handelt, infolge deren die Tragfähigkeit des Wagens um 10% überschritten wird; wenn es sich um falsche D. der Eigenschaft des Gutes, des Werts von Sendungen baaren Gelds oder Pretiosen handelt; sowie endlich in dem Fall, wenn die falsche D. den Zweck gehabt haben sollte, unberechtigterweise die Anwendung der Special-, Transit- oder ähnlicher ermäßigter Tarifsätze zu erlangen.

Handelt es sich um gefährliche Güter oder Leichen und Totenasche, so besteht der Strafzuschlag:

c) im fünffachen Betrag des geschuldeten Preises, mindestens aber 50 Lire, wenn die falsche Angabe die Eigenschaft explosibler, entzündbarer oder gefährlicher Güter betrifft;

d) im doppelten Betrag derselben Gebühr, wenn die innere Verpackung der fraglichen Güter den vorgeschriebenen Bedingungen (102) nicht entspricht;

e) im dreifachen Betrag der geschuldeten Gebühr, wenn die falsche Angabe die Verheimlichung von Leichen, Leichenteilen oder Totenasche bezweckt.

Die unter *c*, *d* und *e* erwähnten Sendungen können außerdem je nach den Umständen zum Zweck der erforderlichen Vorsichtsmaßregeln auf Gefahr und Kosten der Zuwiderhandelnden während des Laufs des Transports angehalten werden.

Die Strafzuschläge lasten lediglich auf den Sendungen, auf welche sie sich beziehen — unbeschadet des der Verwaltung offenstehenden Vorgehens gegen den Versender oder Empfänger.

Der Versender, welcher ein falsch deklariertes Gut aufgiebt, haftet für alle Folgen, welche aus der unverschuldeten Unkenntnis der Verwaltung entstehen können und verfällt eventuell in die durch die geltenden Gesetze oder Bestimmungen festgesetzten Strafen. Die gleiche Verantwortlichkeit trifft den Versender von gefährlichen, explosiblen und entzündbaren Gegenständen, deren innere Verpackung von der vorgeschriebenen abweicht.

Bei unrichtiger Deklaration der Eigenschaft unverpackt beförderter Güter wird ein Strafzuschlag nicht erhoben, sondern lediglich die Transportgebühr nach Maßgabe der Tarife richtiggestellt.

Bei den französischen Bahnen unterliegt die falsche D. der vom Transport ausgeschlossenen oder nur bedingungsweise zugelassenen Güter der Bestrafung nach Maßgabe der gesetzlichen Bestimmungen. (Art. 66, Ordonnance vom 15. November 1846; Art. 21, Gesetz vom 15. Juli 1845.) Wenn Grund zur Annahme unrichtiger D. vorliegt, sind die Verwaltungen auch berechtigt, die Öffnung der Kolli und Prüfung des Inhalts vorzunehmen.

Bezüglich falscher D. anderer Gegenstände ist es nach der Spruchpraxis zweifelhaft, ob dieselbe strafgerichtlich verfolgbar ist; in jedem Fall haben die Bahnen das Recht, im Civilrechtsweg die Differenz zwischen der eingehobenen und der einzuheben gewesenen Frachtgebühr zu beanspruchen.

Im englischen Eisenbahnverkehr ist durch The Railways Clauses Consolidation Act von 1845 die Aufstellung falscher Nachweise (Deklaration) mit einer Strafe bis zu 10 Pfd. Sterl. bedroht.

Nach Art. 60 des russischen Eisenbahngesetzes vom Jahr 1885 hat der Absender, falls es sich bei der der Bahn zustehenden Untersuchung des Gutes in Bezug auf Gewicht und Wert zeigt, daß der Inhalt oder das Gewicht unrichtig angegeben wurde, außer der Frachtdifferenz der entdeckenden Eisenbahn als Strafe die doppelte tarifmäßige Fracht zu zahlen; hat eine solche Zuwiderhandlung die Beschädigung des Wagens infolge Überlastung im Gefolge, so hat der Absender auch für diesen Schaden aufzukommen. Dr. Wehrmann.

Deklaration des Interesses an der rechtzeitigen Lieferung, s. Lieferzeitversicherung.

Deklaration des Werts eines Gutes zum Zweck der Versicherung desselben, s. Wertversicherung.

Deklaration im Zollverfahren, die vom Warenführer gegenüber der Zollverwaltung behufs zollamtlicher Abfertigung der eingehenden oder ausgehenden Waren abzugebende Erklärung.

Die deutsche Zollgesetzgebung unterscheidet zwischen generellen und speciellen D. Die generelle D. (Ladungsverzeichnis, Manifest) ist beim Eingang auf Eisenbahnen und seewärts abzugeben und hat zu enthalten: die Zahl der Wagen, aus denen der Transport besteht, den Namen und Wohnort der Warenempfänger, die Zahl der Kolli, deren Verpackungsart, Zeichen und Nummer, sowie die allgemeine Bezeichnung der Gattung der geladenen Waren, außerdem deren Bruttogewicht. Sie muß ferner mit der Versicherung der Richtigkeit der gemachten Angaben und der Unterschrift des Deklaranten versehen sein.

Für die richtige Beigabe der Deklarationen haftet gemäß § 51 des Betriebsreglements für die Eisenbahnen Deutschlands der Eisenbahn gegenüber der Absender; die Prüfung der Notwendigkeit, Richtigkeit oder Zulänglichkeit der Begleitpapiere liegt der Eisenbahn nicht ob und haftet der Absender derselben für alle Strafen und Schäden, welche sie wegen Unrichtigkeiten oder Unzulänglichkeit oder mangels der Begleitpapiere treffen.

Specieller D. bedarf es in der Regel zur weiteren Abfertigung der eingegangenen Waren, sowie beim Eingang auf anderen als den oben bezeichneten Verkehrswegen, und es ist in derselben außerdem anzugeben die Menge und Gattung der Waren — bei verpackten Waren für jedes Kollo — nach den Benennungen und

Maßstäben des Tarifs, sowie welche Abfertigungsweise begehrt wird. Wenn in einem Kollo Waren zusammengepackt sind, welche verschiedenen Zollsätzen unterliegen, so muß in der speciellen D. die Menge einer jeden Warengattung nach dem Nettogewicht angegeben werden. Specielle D. hat insbesondere einzutreten, wenn die Waren in den freien Verkehr treten sollen; es findet sodann demnächst specielle Revision und gegebenenfalls Erhebung des Finanzzolls statt. Der Deklarant haftet hierbei für die Richtigkeit der D. nicht nur hinsichtlich der Art und Zahl der Kolli, sondern auch hinsichtlich der Menge und der Gattung der Waren. Ebenso ist die Ladung speciell zu deklarieren, wenn die Waren unverzollt einem Amte im Innern zur schließlichen zollamtlichen Abfertigung überwiesen werden sollen oder zur unmittelbaren Durchfuhr gelangen.

An Stelle des Warenführers kann auch der Warenempfänger die Gattung und Menge der Waren mit der Angabe, welche Abfertigungsweise begehrt wird, speciell deklarieren. Die D. hat alle Teile der Ladung, mithin, wenn zollpflichtige Waren mit zollfreien Gegenständen zusammengeladen sind, auch die letzteren zu umfassen. Die D. über Waren, welche in den freien Verkehr treten sollen, sind nur in einfacher Abfertigung abzugeben; sind die Waren zur Weiterversendung unter Begleitscheinkontrolle bestimmt, so kann für jede Warenpost, über die ein besonderer Begleitschein auszustellen ist, eine zweifache Ausfertigung der D. verlangt werden. Bei Ladungen, bei welchen der Eingangszoll weniger als neun Mark beträgt, genügt die mündliche Angabe. Der Deklarant haftet für die Richtigkeit der D. auch in dem Fall, wenn dieselbe von einem Dritten in seinem Auftrag oder vom Zollamt angefertigt worden ist. Ebenso haftet der Warenführer oder der Warenempfänger für die Richtigkeit der etwa von ihm ergänzten oder berichtigten D.

Wenn die D. nicht rechtzeitig abgegeben wird, so werden die Waren auf Kosten und Gefahr der Beteiligten unter amtlichen Gewahrsam oder amtliche Bewachung genommen. Besitzt der Warenführer keine Frachtbriefe, oder nur solche, welche zur Abgabe der D. ungenügend sind oder über deren Richtigkeit er Zweifel hegt und ist ihm sonst die Ladung nicht genug bekannt, um die D. zu fertigen oder fertigen zu lassen und erfolgt auch nicht die D. seitens des Warenempfängers, so hat der Warenführer, wenn er nicht den höchsten Eingangszoll zu entrichten erbötig ist, in dem Abfertigungspapier oder besonders schriftlich oder zu Protokoll zu erklären, daß er außer stande sei, eine zuverlässige D. abzugeben und hiermit den Antrag auf amtliche Revision zu verbinden. Es erfolgt sodann die specielle Revision, deren Befund der Warenführer, welcher für die richtige Stellung der Ladung zur Revision haftet, mit zu unterzeichnen hat.

Sollen Waren, welche mit einem Ausgangszoll belegt sind, zur Ausfuhr gelangen, so müssen dieselben nach Maßgabe der für die Eingangsdeklaration maßgebenden Bestimmungen speciell angemeldet werden (Ausgangsdeklaration), worauf specielle Revision und die Erhebung des Ausgangszolls erfolgt. Ist der Ausgangszoll bei einem Amt im Innern entrichtet, so wird in der dem Warenführer über die Zollentrichtung auszufertigenden Quittung zugleich bemerkt, binnen welcher Frist und auf welcher Straße die Ausfuhr erfolgen muß.

Bei Versendungen der im freien Verkehr stehenden Gegenstände aus dem Vereinsgebiet durch das Ausland nach dem Vereinsgebiet ist dem Ausgangszollamt oder einem zu dieser Abfertigung befugten Amt eine D. vorzulegen, worin die Art und Menge der zu versendenden Waren und deren Bestimmungsort angegeben wird. Es tritt sodann die Revision und in der Regel amtlicher Warenverschluß ein; bei dem Grenzausgangsamt bedarf es, wenn die Ausgangsabfertigung bereits bei einem Amt im Innern stattgefunden hat, nur der Rekognition des Verschlusses. Bei dem Wiedereingangsamt werden die Gegenstände auf Grund der D. revidiert und nach richtigem Befund ohne Zollerhebung abgelassen. Man bezeichnet diese D. als Deklarationsschein und die auf Grund derselben abgefertigten Güter als Deklarationsscheingüter.

Vereinszollgesetz vom 1. Juli 1869, § 22 bis 27, 39, 41, 55, 111.

Im österreichischen Zollverfahren wird die der Zollbehörde gegenüber behufs der zollamtlichen Abfertigung ein- oder ausgehender Waren abzugebende Erklärung Warenerklärung (s. d.) genannt.

Erklärungs-(Deklarations-)Schein nennt die österreichische Zollverwaltung das mit der Bestätigung des vollzogenen Zollverfahrens versehene Exemplar der Erklärung für die Ein- und Ausfuhr von Waren oder über die Vormerkung von Weide- und Arbeitsvieh, Appreturs- und Losungswaren, dann von Mahlgegenständen. (§ 99 der Zoll- und Staatsmonopolsordnung, dann Erlaß vom 7. Juni 1853 in Absicht auf die Vereinfachung und Beschleunigung des Zoll- und Kontrollverfahrens.)

Die Warenerklärung hat dieselben Angaben zu enthalten, wie die D. im deutschen Zollgebiet.

Jede Sendung muß von zwei solchen gleichlautenden Erklärungen begleitet sein, gleichviel ob selbe in das österreichische Zollgebiet eintritt oder aus demselben austritt. Die Haftung für die in der Erklärung gemachten Angaben trifft, sowie in Deutschland, den Aussteller, d. h. denjenigen, welcher die Erklärung unterfertigt.

Eine mündliche Erklärung abzugeben ist in Österreich gestattet: Den Reisenden und Courieren, die keine für den Handel bestimmten Waren mit sich führen, weiters in der Einfuhr aus dem Ausland über alle Gegenstände, von denen der Einfuhrzoll bei Nebenzollämtern zweiter Klasse ohne Unterschied der Waren entrichtet werden kann, über alle anderen Gegenstände aber, wenn deren Menge, bei Vieh 20 Stück, bei anderen Waren, wenn der entfallende Eingangszoll den Betrag von 15 fl., bei Ausfuhrswaren das Doppelte nicht überschreitet.

Die schriftliche Erklärung muß im österreichischen Zollgebiet in der deutschen, in Ungarn in der ungarischen oder deutschen Sprache verfaßt sein. In Südtirol, in Dalmatien und im illyrischen Küstenland ist auch die Abfassung in italienischer Sprache zulässig.

In Belgien, Holland und England müssen die Sendungen von einer Zolldeklaration begleitet sein; bloß im Verkehr mit der

Grand Central belge und der Great Eastern Railway sind je zwei Deklarationen erforderlich. Bei Waren, welche Belgien bloß durchziehen, oder welche für Entrepotstationen bestimmt sind, ist eine Specifizierung des Inhalts der Sendung in der D. nicht erforderlich.

Die Erklärung oder D. muß in französischer Sprache ausgefertigt werden.

Nach Frankreich bestimmten Sendungen sind zwei in französischer Sprache verfaßte D. beizuschließen; bei Sendungen, welche Frankreich nur durchziehen, sind drei Ausfertigungen der D. nötig, außerdem muß bei diesen Sendungen die endgültige Bestimmungsstation in der D. angegeben werden.

Sendungen nach Italien müssen von einer D. in deutscher, sowie von zwei D. in deutscher und italienischer Sprache und, falls die Sendung durch Italien nach Frankreich befördert werden soll, von weiteren drei D. in französischer Sprache begleitet sein.

Alle nach Rußland bestimmten Güter müssen bei Vorschreibung der Verzollung in der russischen Grenzstation oder beim Mangel der Vorschreibung von je zwei, und bei vorgeschriebener Verzollung im Innern des Landes von je drei vollkommen miteinander übereinstimmenden und vom Versender unterfertigten Frachtbriefen begleitet sein. Das eine Exemplar dieser Frachtbriefe dient als Bahndokument, während das zweite, bezw. zweite und dritte Exemplar statt der D. die Grundlage zur Vornahme der Verzollung zu bilden hat. Es werden daher die als Zolldokument dienenden Frachtbriefe in der Grenzstation mit dem Stempel „Zolldokument" versehen. Enthalten diese Frachtbriefe die Inhaltsangabe nicht schon in russischer Sprache beigesetzt, so wird von Seite der Grenzstation die russische Übersetzung der im Frachtbrief enthaltenen Angaben beigegeben, bezw. eingetragen.

Sendungen, welche in die Schweiz eingehen oder aus derselben ausgehen, müssen von einer D. für die schweizerischen Zollämter begleitet sein.

Die Angaben in diesen Zolldeklarationen weichen von jenen anderer Staaten nur insofern ab, als die Schweiz bei Sendungen von Wein die Angabe, ob derselbe Kunst- oder Naturwein sei, fordert; bei ersterem ist auch der Alkoholgehalt in Graden anzugeben.

Hauck.

Deklarationsbevollmächtigter ist derjenige Bahnbeamte, welcher von der Bahnverwaltung ein für allemal dazu bestellt ist, die Ladungsverzeichnisse der über Grenzstationen gehenden Züge zu unterschreiben (s. Deklaration im Zollverfahren).

Deklassifikation nennt man die Versetzung eines Warenartikels aus einer Gruppe (Klasse) des Gütertarifs in eine andere; in der Regel hat man hierbei eine D. im Auge, mit welcher eine Ermäßigung verbunden ist, also die Versetzung aus einer Klasse mit höherem Einheitssatz in eine solche mit geringerem Einheitssatz (s. Güterklassifikation).

Delegierte Verwaltung, eine in der Volkswirtschaftslehre, bezw. Eisenbahnpolitik für die Privateisenbahnverwaltung vorkommende Bezeichnung; durch dieselbe soll zum Ausdruck gebracht werden, daß die Privatbahnverwaltung nur als Delegierte der Gemeinwirtschaft anzusehen und allen jenen Beschränkungen und Verpflichtungen zu unterwerfen sei, welche eine den Interessen der Gemeinwirtschaft entsprechende Gebarung zu sichern geeignet sind.

Delerue, Emile, geboren am 4. April 1808 in Lille, gestorben am 20. Januar 1888 in Paris, verließ 1828 die polytechnische Schule als Ingenieur des ponts et chaussées. Infolge seiner hervorragenden Leistungen, welche bald die Aufmerksamkeit auf ihn lenkten, wurde er im Jahr 1838 mit den Vorarbeiten für eine der ersten französischen Bahnen von Paris nach Orléans betraut. 1844 wurde er Ingenieur und im Jahr 1846 Chefingenieur der Bahn Paris-Lyon; 1863 wurde D. bei der Vereinigung der verschiedenen Strecken, die jetzt das große Unternehmen der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn umfaßt, Chefingenieur der letzteren und blieb es bis 1877, in welchem Jahr er sich vom aktiven Dienst zurückzog.

Dendre-Waes-Eisenbahn (Chemin de fer de Dendre et Waes), ehemals belgische Privateisenbahn im Betrieb der Staatsverwaltung, gegenwärtig ein Teil der belgischen Staatsbahnen (s. d.) (108,3 km). Nachdem die Bahn mit kgl. Entschließung vom 1. Mai 1852 (Gesetz vom 20. Dezember 1851) einem Konsortium konzessioniert war, konstituierte sich die Gesellschaft unter der Firma Société anonyme du chemin de fer de Dendre et Waes mit einem Anlagekapital von 22 Millionen Francs und erhielt unterm 13. Mai 1852 die staatliche Genehmigung. Die Bahn umfaßt die Strecken: 1. Ath-Lokeren über Grammont, Denderleeuw, Alost und Termonde, 2. Brüssel-Denderleeuw und Alost-Schellebelle gegen Wetteren. Die Linien sind zweigleisig ausgeführt; Ath-Termonde wurde am 1. Dezember 1855, Termonde-Lokeren am 13. Februar 1856, Brüssel-Schellebelle am 1. Mai 1856 eröffnet.

Den Betrieb und die Verwaltung besorgte der Staat gegen Bezahlung eines Prozentsatzes der Einnahmen. 1876 erwarb der Staat die Bahn käuflich gegen 70 jährliche Zahlungen von je 2 383 540 Frs. Nach Zahlung der ersten Rate schloß die Regierung einen Vertrag (Gesetz vom 5. Juni 1877), wonach die jährlichen Abschlagszahlungen in einen einmaligen baren Kaufpreis von 55 608 000 Frs. umgewandelt wurden.

Hubert.

Denis, Paul, Camille von, geboren in Mainz am 26. Juni 1795, erhielt seine technische Ausbildung in der École polytechnique zu Paris und trat 1816 in den bayrischen Staatsdienst ein. Nach kurzer Zeit zum Inspektionsingenieur in Kaiserslautern ernannt, wurde er schon 1825 zum Bauinspektor in Zweibrücken befördert. 1832 trat D. eine bauwissenschaftliche Reise nach Belgien, Frankreich, England und den Vereinigten Staaten von Nordamerika an. In letzterem Land machte er umfassende Studien über die dortigen großartigen Kanalbauten, sowie die in rascher Entwicklung begriffenen Eisenbahnen.

In England wurde D. mit dem Erbauer der 1830 eröffneten Liverpool-Manchester-Eisenbahn, George Stephenson bekannt und konnte es nicht fehlen, daß D. bei seinem praktischen Blick sich zu Gunsten der Eisenbahnen gegen die Kanäle entschied.

Im Jahr 1834 nach Europa zurückgekehrt, wurde D. zum Techniker der Donau - Main-Kanal-Kommission ernannt und mit der Prüfung des über den Bau dieses Kanals bereits ausgearbeiteten Entwurfs beauftragt. Die Übernahme der Ausführung scheiterte jedoch an den von ihm gestellten Bedingungen. Inzwischen hatte sich, durch die Erfolge der Liverpool-Manchester Bahn angeregt, eine Aktiengesellschaft zur Anlage einer Eisenbahn zwischen den Städten Nürnberg und Fürth gebildet. D. übernahm im Juli 1834 den Bau dieser ersten Lokomotivbahn Deutschlands, welche am 7. Dezember 1835 dem Verkehr übergeben wurde. Die gelungene Ausführung dieser kleinen Bahn war für die damalige Zeit von ganz besonderer Bedeutung.

Im Jahr 1836 wurde D. von einer Gesellschaft zur Ausarbeitung des Projekts für eine Bahnlinie von München nach Augsburg berufen; zu gleicher Zeit projektierte und baute er die Taunusbahn. Weiter arbeitete er im Jahr 1843 den Entwurf der Köln-Bonner Bahn aus. Die bayrische Regierung ernannte ihn 1841 zum Regierungs- und Kreisbaurat und stellte ihn an die Spitze einer eigens für Projektierung und Ausführung der bayrischen Staatsbahnen in Nürnberg eingesetzten Eisenbahnbaukommission. Verschiedene Verhältnisse veranlaßten ihn jedoch, schon im nächsten Jahr aus dieser Stellung auszuscheiden und als Kreisbaurat nach Speier zurückzukehren. In den Jahren 1844—1856 wurden von ihm die pfälzischen Bahnen projektiert und ausgeführt, sowie deren Betrieb organisiert und geleitet. In Gemeinschaft mit dem hessischen Baurat Opfermann führte er zwischen 1852 und 1855 den Bau der Worms-Mainzer Bahn.

Zum Direktor der bayrischen Ostbahnen ernannt, übernahm D. 1856 den Bau der damals genehmigten 61 Meilen langen Strecken; trotz bedeutender Schwierigkeiten gelang es ihm, die Linien, statt in der gesetzlich gegebenen Frist von sieben Jahren, schon nach fünf Jahren in Betrieb zu setzen und dabei $16^1/_2$ Millionen Gulden zu ersparen. Im Jahr 1862 wurden der Gesellschaft weitere Linien konzessioniert, welche im Jahr 1865 zur Vollendung kamen und wobei wieder $4^1/_2$ Millionen Gulden erspart wurden.

Im ganzen hat er gegen 1000 km Eisenbahnen entworfen, ausgeführt und in Betrieb gesetzt. Im Jahr 1865 ernannte ihn der König von Bayern zum Oberbaurat; er trat, nachdem im Jahr 1866 sämtliche Ostbahnlinien dem Verkehr übergeben waren, gänzlich von den Geschäften zurück, lebte bis zum Jahr 1869 in München, später in der Pfalz und starb am 2. September 1872 in Dürkheim.

Seine Werke und sein Wirken haben ihm einen Platz in der Geschichte der deutschen Eisenbahnen erworben. Stuttgardter.

Denver- und Rio Grande-Eisenbahn. Diese hauptsächlich den Staat Colorado durchziehende, nach Utah und New-Mexico sich erstreckende Schmalspurbahn (die Spurweite beträgt 3 Fuß engl., auf einem Teil der Hauptstrecken liegt indessen eine dritte Schiene, um die Bahn auch für normalspurige Betriebsmittel benutzbar zu machen) hatte Ende 1888 eine Länge von 2,361 km; dieselbe ist eine der großartigsten Gebirgsbahnen der Welt. Ihren Ausgangspunkt nimmt sie bei Denver, welches 5196 Fuß engl. über dem Meer liegt, und erreicht ihren höchsten Punkt mit 11 328 Fuß engl. in der Nähe der Stadt Leadville.

Die Bahn bildet ein wichtiges Mittelglied der Überlandbahnen. Sie wird wegen ihrer merkwürdigen Bauten und der herrlichen, von ihr aufgeschlossenen Gegenden viel befahren und hat Anschlüsse an zahlreiche der in den Felsengebirgen und der Sierra Nevada befindlichen Bergwerke. v. d. Leyen.

Denzlingen - Waldkircher Eisenbahn (Elzthalbahn) 7,12 km, im Großherzogtum Baden, vormals Privatbahn im Staatsbetrieb, gegenwärtig verstaatlicht. Schon 1860 wandte sich die Stadt Waldkirch an die Regierung mit der Bitte um Erbauung einer Bahn durch das Elzthal, jedoch ohne Erfolg. Die Stadtgemeinde mußte sich daher entschließen, den Bau der Eisenbahn auf eigene Kosten zu übernehmen, umsomehr, als das für das Unternehmen notwendige Kapital durch Private nicht aufzubringen war. Über ihren Antrag genehmigte die Regierung in der That durch Gesetz vom 30. März 1872 den Bau einer Bahn von Denzlingen über Buchholz und Batzenhäusle nach Waldkirch und übernahm den Betrieb gegen eine Vergütung von 60% der Bruttoeinnahme. Die definitive Konzession erfolgte unterm 29. August 1872. Nach dem Vertrag sollte, falls die 60% der Bruttoeinnahme den wirklichen Betriebsaufwand übersteigen und die der Stadt zufallenden 40% zur Verzinsung des Anlagekapitals mit $4^1/_2$% nicht ausreichen, die Stadt Waldkirch den hierzu fehlenden Betrag vom Staat rückerhalten. Auch behielt sich der Staat das Recht vor, die Bahn jederzeit nach vorheriger einjähriger Mitteilung käuflich zu erwerben, wobei der Kaufpreis bei Übernahme vor dem 25. Betriebsjahr auf Erstattung des vollen Anlagekapitals ohne jeden Abzug und Zuzahlung derjenigen Beträge festgesetzt wurde, die in den einzelnen Jahren zu einer 4%igen Verzinsung desselben aus den der Stadt zugeflossenen 40% gefehlt haben sollten. Die Staatsverwaltung stellte das Personal, die Betriebsmittel und sonstige Inventarien bei und trug alle Verwaltungs-, Unterhaltungs- und Betriebskosten, während die Stadt Waldkirch die Kosten für Erweiterung, Erneuerung und Änderung der Bahnanlage zu bestreiten hatte.

Mit dem Bau wurde Februar 1874 begonnen; am 1. Januar 1875 wurde die Bahn dem Betrieb übergeben. Das ursprünglich mit 690 000 Mk. festgesetzte Anlagekapital erhöhte sich mit Rücksicht auf spätere Bauaufwendungen auf 789 720 Mk.

Die Einnahmen, deren größter Teil aus dem Personenverkehr herrührt, gestalteten sich nicht ungünstig. Doch erhielt die Stadt Waldkirch immer nur die vertragsmäßigen 40%, da selbst die dem Staat zufallenden 60% bei weitem nicht den Betriebsaufwand deckten. Das Anlagekapital verzinste sich 1875—1886 mit 2—3%. 1886 erklärte sich der Staat bereit, die Bahn um den Betrag von 700 000 Mk. käuflich zu erwerben. Mit Rücksicht auf die schlechten Ergebnisse nahm die Stadt Waldkirch das Anbot an, trotzdem sie nach den Konzessionsbestimmungen einen Anspruch auf Erstattung des vollen Anlagekapitals gehabt hätte. Mit 1. April 1886 ging die Bahn in das Eigentum des Großherzogtums Baden über (s. Badische Staatsbahnen).

Depositen, im weitesten Sinn des Worts alle zur Verwahrung übergebenen Werte. In der Eisenbahnkassenführung insbesondere versteht man unter D. solche Geldbeträge, welche in die Kasse einlaufen, deren endgültige Verrechnung aber aus bestimmten Gründen nicht möglich ist, z. B. Kautionen für Lieferungen, Wagenbestellungen, Frankaturdepositen, außergewöhnliche Einnahmen. Derartige Eingänge werden in einem besonderen Depositenbuch eingetragen, wo sie als durchlaufende Posten erscheinen und in Einnahme und Ausgabe gebucht werden. Der Saldo ergiebt den Barbestand an D. Die Einträge der Einnahmen und Ausgaben stehen sich gegenüber. Zu bestimmten Zeiten muß dieses Buch, welches mit dem Kassenbuch in Nummernverbindung steht, abgeschlossen werden.

Depotstationen, Stationen, welche bestimmte Inventar- oder Verbrauchsgegenstände für den Bedarfsfall in Vorrat halten. D. werden von den Bahnverwaltungen bestimmt für Schienen, Schwellen, Brennstoffe und andere Materialien, soweit solche nicht in besonderen Materialmagazinen verwahrt werden; ferner für gewisse Inventargegenstände (Reserve- und Hilfswagen, Schneepflüge, Kräne, Rettungskasten, Wagenersatz- und Einrichtungsstücke, Ladeutensilien). Stationen, welche derlei Gegenstände benötigen, haben selbe von den nächstgelegenen D. anzusprechen; nach erfolgter Benutzung werden die Inventargegenstände wieder an die auf denselben bezeichneten D. zurückgeleitet. Parteiwagen, welche im Fahrpark einer Verwaltung eingestellt sind, werden ebenfalls bestimmten D. zugewiesen. Als D. werden endlich auch Stationen bezeichnet, welche als Sammelstellen für Fundgegenstände (s. d.) dienen.

Derwiz, von, Iwan Grigorjewitsch, geboren am 11. Februar 1838 in Staraja Russa, gestorben am 21. Juni 1887 in Moskau, studierte Rechtswissenschaft in St. Petersburg. 1859 trat D. in das Justizministerium ein und wurde im Jahr 1862 zum Vicepräsidenten des Civilgerichtshofs in Samara ernannt. Durch die Generalversammlung der Aktionäre der Kursk-Kiewer Bahn zum Präsidenten der Verwaltung derselben im Jahr 1868 erwählt, gab D. den Staatsdienst auf und widmete sich ausschließlich dem Eisenbahnwesen.

Er verstand es den Betrieb der Kursk-Kiewer Bahn musterhaft zu gestalten und diesem Unternehmen eine so günstige finanzielle Lage zu sichern, daß die Kursk-Kiewer Eisenbahngesellschaft die ihr statutengemäß zustehende Staatsgarantie nicht mehr ansprach und infolge der steigenden Erträgnisse der Kursk-Kiewer Bahn ihre Aktien ein auf dem englischen und deutschen Geldmarkt bevorzugtes Wertpapier wurden. Diese bedeutenden Erfolge veranlaßten die Rjäsan-Koslower und Moskau-Rjäsaner Eisenbahn sich seine Beteiligung an deren Verwaltungen zu sichern und gehörte D. der Direktion der ersteren Bahn 18 Jahre an, während er das Präsidium der Moskau-Rjäsaner Bahn von 1876—1883 führte.

Am bedeutendsten jedoch war die Thätigkeit D. in seiner Eigenschaft als Präsident der russischen Eisenbahnen dritter Gruppe, in welcher Stellung er seine Kenntnisse und sein organisatorisches Talent einem weiteren Kreise russischer Bahnen zu Nutzen machte.

Die zunehmende Entwicklung des Eisenbahnwesens in Rußland und der allmähliche Ausbau des Eisenbahnnetzes, welcher die Bildung direkter Verkehre ermöglichte, führte die russischen Bahnen zur Gründung von drei hervorragenden russischen direkten internen Verkehren, für welche die beteiligten Bahnen zu je einer besonderen Gruppe im Jahr 1869 zusammentraten und besondere Vereinbarungen, gleich den in internationalen Verkehren üblichen Verbandsverträgen, Übereinkommen u. dgl. abschlossen. Von diesen drei Gruppen umfasste die erste Gruppe den Verkehr mit dem Endpunkte Riga und den auf dem Wege nach diesem Hafenplatz gelegenen Stationen, die zweite Gruppe den Verkehr mit Moskau, bezw. St. Petersburg und den auf diesen Routen liegenden Stationen, endlich die dritte Gruppe — zunächst von der Nikolai-Bahn, der Moskau-Kursker, Kursk-Kiewer, Kiew-Shmerinkaer, Odessaer, Kursk-Charkow-Asower und Charkow-Nikolajewer Bahn gebildet (mit dem allmählichen Ausbau neuer Verkehrswege vergrößerte sich die dritte Gruppe um die Donetz-Bahn, Jekaterinen-Bahn, Fastower, Libau-Romnyer, Iwangorod-Dombrowaer, Losowo-Sewastopoler und Weichsel-Bahn, sowie die Polässjeschen Bahnen) — den Verkehr mit Libau und den auf dem Weg nach diesem Seehafen gelegenen Stationen. Die letztangeführten Bahnen erwählten an dem Tag, wo sie sich als dritte Gruppe konstituierten, D. zu ihrem Präsidenten, welche Ehrenstelle er durch 17 Jahre bekleidete. Hauptsächlich seinem Einfluß ist die Vereinbarung besonderer Bedingungen für die Beförderung leicht entzündbarer Gegenstände zwischen Odessa, Moskau und Rostow am Don, die Einführung von Specialwagen zur Verfrachtung dieser Artikel auf den Bahnen dritter Gruppe, die Regelung der Kohlenbeförderung im Donetzgebiet, sowie der Abschluß eines Übereinkommens für den Wagenaustausch zu verdanken.

Auf seinen Vorschlag hin wurde in Gemeinschaft mit den der zweiten Gruppe angehörigen Verwaltungen ein Preis für das zweckmäßigste System der Plombierung der Güterwagen ausgeschrieben, sowie die Gründung einer Station beschlossen, welche die chemischen und physikalischen Eigenschaften der von den Eisenbahnen dritter Gruppe verwendeten Heizmaterialien zu prüfen und gleichzeitig die Normen für die vorteilhafteste Ausnutzung der Heizmaterialien festzustellen hätte. In der Sammlung „Statistische Daten über den Betrieb von 30 russischen Bahnen", welche im Jahr 1875 veröffentlicht wurde, und in einer gleichen im folgenden Jahr erschienenen Schrift über 43 russische Eisenbahnen gab D. zuerst eine größere systematische Nachweisung der Betriebsergebnisse der russischen Bahnen. v. Romocki.

Desinfektion (*Desinfection*; *Désinfection*, f.), das Verfahren, durch welches man vorhandene, der Gesundheit schädliche Stoffe, besonders die als Ansteckungsstoffe erkannten mikroskopischen Organismen (Bakterien) zu zerstören sucht. Im weiteren Sinn bezeichnet man als D. auch jene Maßregeln, welche vorbeugend gegen die Entstehung oder Ausbreitung der Krankheitsstoffe getroffen werden. Die Ansteckungsstoffe, gegen welche sich die D. richtet, können vor allem beim Transport von Tieren auf Eisenbahnen entstehen und den zur Tier-

beförderung verwendeten Wagen, den hierbei zum Füttern, Tränken etc. benutzten Gerätschaften, den Ein- und Ausladetreppen, Rampen und Plätzen, insbesondere infolge Verunreinigung durch die tierischen Auswurfstoffe, anhaften. Beim Transport von Personen können Ansteckungsstoffe in den Personenwagen zurückbleiben, oder durch die von den Reisenden mitgeführten Gebrauchsgegenstände u. dgl. übertragen werden.

Die für den Eisenbahnverkehr bestehenden Vorschriften über D. sind meist vorbeugender Natur; dies gilt insbesondere von den Bestimmungen, welche die ständige D. der Viehwagen vorschreiben, sowie von den Vorschriften über die während der Dauer von Epidemien vorzunehmende D. von Aborten, Gepäcksgegenständen, dann von gewissen, Ansteckungsstoffe leicht verschleppenden Sendungen (Hadern, gebrauchte Kleider u. dgl.), welche aus verseuchten Ländern eingeführt werden. Außerdem bestehen gewöhnlich verschärfte Vorschriften über die Vornahme der D. bei einer wirklichen Infektion, also insbesondere bezüglich der D. von Wagen, in welchen infizierte Tiere befördert werden, des Düngers und Streumaterials; ebenso bestehen strenge Vorschriften in Bezug auf die D. von Personenwagen (Coupés, Gänge, Klosetts), in welchen mit Infektionskrankheiten behaftete Personen befördert wurden, der Kleider und sonstiger Effekten der Letzteren, der Gegenstände, welche mit den Kranken in unmittelbare Berührung kommen u. s. w.

I. Aus Anlaß ansteckender Menschenkrankheiten ergiebt sich für die Eisenbahnen insoferne eine dauernde Verpflichtung zur D., als die Eisenbahnen zufolge des § 13 des für Deutschland, bezw. Österreich-Ungarn geltenden Betriebsreglements nicht befugt sind, den Transport von mit Krankheiten behafteten Personen zurückzuweisen, im Fall für dieselben ein Coupé bezahlt wird, woraus sich von selbst die Verpflichtung ergiebt, das Coupé, in welchem eine mit einer ansteckenden Krankheit behaftete Person befördert wurde, einer geeigneten D. zu unterziehen, wie dies auch in Österreich noch besonders vorgeschrieben ist. Außerdem tritt eine Verpflichtung zur D. über jeweilige besondere Anordnung der betreffenden Regierungen ein, und zwar anläßlich der Gefahr der Einschleppung von in angrenzenden Ländern herrschenden epidemischen Krankheiten, bezw. anläßlich des Auftretens solcher Krankheiten im eigenen Land. Die D. wird sich in derlei Fällen im allgemeinen zu erstrecken haben auf die Aborte und Pissoire in den Stationen und Eisenbahnwagen, auf Auswurfstoffe, welche etwa auf dem Bahnkörper, insbesondere in den Stationen vorgefunden werden, auf verunreinigte Kleider, Wäsche etc., namentlich in den Grenzstationen, wohl auch auf die Personenwagen (Coupés, Gänge), in welchen Reisende aus infizierten Gegenden eingelangt sind; dagegen wird in neuerer Zeit von der früher üblich gewesenen D. der aus infizierten ausländischen Orten kommenden Reisenden beinahe durchwegs abgesehen.

Die D. der Aborte, Pissoire u. s. w. erfolgt zumeist, ebenso wie die D. verunreinigter Wäsche und anderer Effekten mit einer Karbolsäurelösung.

Nach den in Österreich bestehenden Vorschriften müssen unter gewissen Voraussetzungen die in den Personenwagen der Eisenbahnen befindlichen Teppiche, Vorhänge, sowie die zu den Überzügen der Polsterungen, Wände etc. verwendeten Stoffe nach erfolgter Benutzung solcher Wagen durch mit Infektionskrankheiten behaftete Reisende mittels Wasserdampf desinfiziert werden; hierfür hat die Generaldirektion der österreichischen Staatsbahnen einen besonderen Desinfektionskasten erbaut, in welchen aus einer Lokomotive Dampf mit einer Spannung von 1 at eingeleitet wird (s. Verordgsbl. d. k. k. Handelminist. f. Eisenb. u. Schifffahrt, 1889, S. 37, und Zeitung des V. D. E.-V.).

II. Behufs Hintanhaltung der Verschleppung ansteckender Tierkrankheiten ist in Europa dermalen beinahe überall eine ständige D. der zum Viehtransport verwendeten Eisenbahnwagen u. s. w. eingeführt, und zwar in erster Linie mit Rücksicht auf die großen wirtschaftlichen Verluste, welche mehrere Rinderpesteinschleppungen zur Folge hatten. Die in der Zeit vom 16. März bis 6. April 1872 unter Teilnahme von Abgeordneten aus Belgien, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Italien, Österreich-Ungarn, Rumänien, Rußland, der Schweiz, Serbien und der Türkei in Wien abgehaltene internationale Konferenz zur Erzielung eines gleichförmigen Vorgehens gegen die Rinderpest hat in dem von ihr entworfenen internationalen Regulativ zur Tilgung der Rinderpest den nachstehenden Grundsatz aufgenommen:

„Die Staaten vereinigen sich dahin, daß alle Gegenstände, welche für den Transport von Wiederkäuern, Pferden und Schweinen gedient haben, unter allen Verhältnissen vor ihrer Wiederbenutzung desinfiziert werden; in gleicher Weise sind alle jene Gegenstände zu desinfizieren, welche zum Transport solcher Produkte gedient haben, die von rinderpestverdächtigen Tieren stammen."

Wiewohl nun dieses internationale Regulativ nicht zur Durchführung gelangte, so ist doch seither von einer Anzahl Staaten die D. der zum Transport von Tieren, bezw. tierischen Rohprodukten verwendeten Wagen und Geräte in einer Weise geregelt worden, welche dem obigen Grundsatz vollkommen entspricht. Von den diesfalls erlassenen Gesetzen und Verordnungen sind zu erwähnen:

1. Deutschland. Reichsgesetz vom 25. Februar 1876, nebst Bekanntmachung des Bundesrats vom 20. Juni 1886, enthaltend Ausführungsbestimmungen zu dem Gesetze; ferner die Ausführungsverordnungen der größeren deutschen Staaten, und zwar:

a) Großherzogtum Baden. Verordnung der Ministerien der Finanzen und des Innern vom 19. November 1886 und Vollzugsbestimmungen der Generaldirektion der großherzoglich badischen Staatseisenbahnen vom Januar 1887.

b) Königreich Bayern. Verordnung des Staatsministeriums des kgl. Hauses und des Äußern, sowie des Staatsministeriums des Innern vom 14. August 1886 und Vollzugsbestimmungen der Generaldirektion der kgl. bayrischen Verkehrsanstalten vom 31. August 1886.

c) Elsaß-Lothringen. Kundmachung der kaiserl. Generaldirektion der Eisenbahnen in Elsaß-Lothringen vom 18. Dezember 1886, enthaltend Ausführungsbestimmungen und einen Anhang zu denselben.

d) Großherzogtum Oldenburg. Ausführungsbestimmungen der großherzoglichen Eisenbahndirektion vom 6. Dezember 1886.

e) Königreich Preußen. Ausführungsverordnung des Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 19. November 1886.

f) Königreich Sachsen. Verordnung der Ministerien des Innern und der Finanzen vom 13. September 1886 und Instruktion der Generaldirektion der kgl. sächsischen Staatseisenbahnen vom 22. Juli 1886.

g) Königreich Württemberg. Verfügung des kgl. Ministeriums der auswärtigen Angelegenheiten vom 15. Dezember 1886.

2. Österreich-Ungarn.

a) Österreich. Gesetz vom 19. Juli 1879 und Ausführungsverordnung der Minister des Innern, der Justiz und des Handels vom 7. August 1879 nebst zahlreichen Durchführungserlässen.

b) Ungarn. Gesetzartikel XX vom Jahr 1889.

c) Occupationsländer. Durchführungsverordnung zu dem Gesetz vom 9. Januar 1880, betreffend die Abwehr und Tilgung der Rinderpest in Bosnien und der Herzegowina.

3. Belgien. Kgl. Erlaß vom 23. Mai 1879 nebst Anhang zu demselben.

4. Niederlande. Kgl. Verordnungen vom 17. August 1878, 16. November 1884 und 9. Juni 1885.

5. Frankreich. Gesetz vom 21. Juli 1881 über die Sanitätspolizei der Tiere nebst Durchführungsverordnung vom 22. Juni 1882 und Verordnung des Ministers für öffentliche Arbeiten und des Ackerbauministers vom 1. Juli 1883.

6. Schweiz. Vollziehungsverordnung zu den Bundesgesetzen über polizeiliche Maßnahmen gegen Viehseuchen vom 8. Februar 1872, 19. Juli 1873, 1. Juli 1886 und 17. Dezember 1886.

7. Italien. Ein die Desinfektion von mit Vieh beladenen Wagen betreffendes Gesetz befindet sich in Vorbereitung.

8. Rumänien. Reglement vom 10. September 1886 der kgl. Regierung.

9. Rußland. Verordnung vom 5. Februar 1873 und 9. März 1886.

10. Serbien. Gesetz vom 20. April 1885.

In den meisten Staaten, in denen die D. durch Gesetze und Verordnungen eingehend geregelt ist, wird die Verpflichtung der Eisenbahnen zur D. gewöhnlich ausnahmslos auf alle Wagen erstreckt, in denen Vieh überhaupt oder bestimmte Gattungen desselben befördert worden, und ist die D. nach jedesmaliger Benutzung des Wagens zu solchen Transporten vorzunehmen.

In den Niederlanden und Ungarn bestimmen die einschlägigen Gesetze im allgemeinen, daß die D. bezüglich jener Wagen vorzunehmen ist, in denen Vieh befördert worden ist.

In Deutschland, Belgien, Frankreich, der Schweiz und Rumänien erstreckt sich diese Verpflichtung auf Wagen, in denen Pferde, Esel, Maultiere, Rindvieh, Schafe, Ziegen und Schweine befördert worden sind.

In Österreich bezieht sich diese Verpflichtung auf dieselben Wagen mit Ausnahme jener, in welchen Schweine befördert werden; überdies aber gleichwie in Rumänien und der Schweiz, auf die zum Transport tierischer Rohprodukte, insbesondere frischer Häute verwendeten Wagen.

Außer den Wagen werden auch die bei der Beförderung der Tiere zum Füttern, Tränken, Befestigen oder zu sonstigen Zwecken benutzten Gerätschaften, vielfach auch die Treppen und Rampen, dann die bei der D. verwendeten Geräte und Werkzeuge desinfiziert.

Bei einer wirklichen Infektion tritt eine strengere D. ein, und müssen gewöhnlich die gepolsterten Bestandteile der Wagen, sowie die Streumaterialien und der Dünger verbrannt werden. Ebenso müssen die dabei beschäftigten Personen einer D. unterzogen werden.

Die D. der Wagen obliegt derjenigen Verwaltung, in deren Bereich die Entladung stattfindet.

Bei Wagen, die aus dem Ausland leer zurückkommen, obliegt die Vornahme der D. der Grenzstation, und pflegt von der D. solcher Wagen nur dann Umgang genommen zu werden, wenn nachgewiesen ist, daß die betreffenden ausländischen Bahnen die Wagen einer entsprechenden D. unterziehen.

Die D. wird entweder in jeder Ausladestation oder nur in Stationen vorgenommen, welche als Desinfektionsstationen (s. d.) bestimmt und mit den nötigen Vorrichtungen versehen sind.

Die nach den Desinfektionsstationen zu überführenden Wagen werden auf dem Weg dahin plombiert oder auf andere Art geschlossen.

Wagen, welche zu desinfizieren sind, werden gewöhnlich sofort nach der Entladung mit einem Zettel versehen, welcher die Vorschrift „zu desinfizieren“ und den Zeitpunkt der Entladung enthält.

Dieser Zettel wird nach erfolgter D. beseitigt, bezw. durch einen Zettel mit der Bezeichnung „ist desinfiziert“ ersetzt.

Der D. der Wagen geht gewöhnlich eine gründliche Reinigung (Beseitigung der Streumaterialien und des Düngers, Ausspülung der Wagen mit Wasser) voraus. Die aus den Wagen entfernten Abfälle, Streu und Dünger werden auf einen abgesonderten Platz überführt und daselbst desinfiziert oder, im Fall einer Infektion, verbrannt.

Die eigentliche D. der Wagen wird mittels Dampf, heißem Wasser oder Chemikalien vorgenommen (s. Desinfektionsmittel). Die D. der Wagen muß innerhalb einer bestimmten Frist vom Zeitpunkt der Ausladung, bezw. des Eintreffens des Wagens in der Desinfektionsstation vollendet sein und darf ein desinfizierter Wagen, wenn die D. nicht auf trockenem Weg erfolgt, in der Regel erst nach Austrocknung und Lüftung wieder in Verwendung genommen werden.

Für die Vornahme der D. heben die Bahnen in der Regel von den Parteien mit behördlicher Genehmigung bestimmte Gebühren ein.

Eisenbahnbedienstete, welche die ihnen nach den gesetzlichen Bestimmungen vermöge ihrer dienstlichen Stellung oder eines besonderen Auftrags obliegende Pflicht der Anordnung, Ausführung oder Überwachung der D. vernachlässigen, werden mit Geld-, bezw. Freiheitsstrafen belegt (§ 5 des deutschen Reichsgesetzes vom 25. Februar 1876, § 12 des österreichischen

Gesetzes vom 19. Juli 1879, Art. 22 des belgischen Reglements vom 23. Mai 1879.)

In Bezug auf das eigentliche technische Verfahren bei der D. gelten in den einzelnen Staaten folgende Bestimmungen:

In Deutschland, woselbst, wie erwähnt, die D. zur Beseitigung der Ansteckungsstoffe bei der Viehbeförderung durch Reichsgesetz vom 25. Februar 1876 vorgeschrieben ist, wurden durch Bundesratsbeschluß vom 20. Juni 1886 in Bezug auf das Verfahren der vorzunehmenden D. für die von den Einzelstaaten zu erlassenden Bestimmungen folgende Anleitungen gegeben:

1. Der eigentlichen D. der Wagen muß stets die Beseitigung der Streumaterialien, des Düngers, der Reste von Anbindesträngen u. s. w., sowie eine gründliche Reinigung des Wagens durch heißes Wasser vorangehen. Wo letzteres nicht in genügender Menge zu beschaffen ist, darf auch unter Druck ausströmendes kaltes Wasser verwendet werden; jedoch muß zuvor zum Zweck der Aufweichung der anhaftenden Unreinigkeiten eine Abspülung mittels heißen Wassers erfolgen. Die Reinigung ist nur dann als eine ausreichende anzusehen, wenn durch sie alle von dem stattgehabten Viehtransport herrührenden Verunreinigungen vollständig beseitigt sind.

2. Die D. selbst muß bewirkt werden:

a) unter gewöhnlichen Verhältnissen durch Waschen der Fußböden, Decken und Wände mit einer auf mindestens 50° C. erhitzten Sodalauge, zu deren Herstellung wenigstens 2 kg Soda auf 100 l Wasser verwendet sind;

b) in Fällen einer wirklichen Infektion des Wagens durch Rinderpest, Milzbrand oder Maul- und Klauenseuche oder des dringenden Verdachts einer solchen Infektion, durch sorgfältiges Bepinseln der Fußböden, Decken und Wände mit fünfprozentiger Karbolsäurelösung. Die letztere ist durch Mischen von 1 Teil der im Handel als 100prozentige Karbolsäure oder Acidum carbolicum depuratum bezeichneten Karbolsäure mit 18 Teilen Wasser unter häufigem Umrühren herzustellen.

3. Diese Art der D. (*b*) ist in der Regel nur auf Anordnung der zuständigen Polizeibehörde, ohne solche Anordnung jedoch auch dann vorzunehmen, wenn die Bahnbeamten von Umständen Kenntnis erlangen, welche es zweifellos machen, daß eine wirkliche Infektion der Wagen durch Rinderpest, Milzbrand oder Maul- und Klauenseuche vorliegt, oder welche den dringenden Verdacht einer solchen Infektion begründen. Die Landespolizeibehörde kann diese Art der D. (*b*) auch in anderen Fällen anordnen, wo sie zur Verhütung der Verschleppung der oben bezeichneten Seuchen unerläßlich ist.

Bei gepolsterten Wagen ist die Polsterung, welche entfernbar sein muß, in ausreichender Weise zu reinigen. Hat eine wirkliche Infektion des Wagens durch eine übertragbare Seuche stattgefunden, oder liegt der dringende Verdacht einer solchen Infektion vor, so muß die Polsterung verbrannt werden. Ausländische Wagen, deren Polsterung nicht entfernbar ist, dürfen im Inland nicht wieder beladen werden.

Die im Absatz 1 angegebene Reinigung gilt dann als ausreichende D., wenn im Eisenbahnwagen nur einzelne Stücke Kleinvieh in Kisten oder Käfigen befördert worden sind, sofern zur Zeit des Gebrauchs die betreffenden Kisten mit wasserdichten Fußböden, festen Wänden und mit Deckeln, welche aus Latten mit den für die Athmung der Tiere notwendigen Zwischenräumen hergestellt sind, die Käfige mit wasserdichten Fußböden und von unten bis mindestens zur ganzen Höhe der Tiere mit festen Wänden versehen waren, und eine Verunreinigung des Wagens durch Streumaterialien, Futter, Dünger, Exkremente u. s. w. nicht wahrnehmbar ist.

In gleicher Weise, wie die zum Transport benutzten Wagen sind die bei Verladung und Beförderung der Tiere zum Füttern, Tränken, Befestigen oder zu sonstigen Zwecken benutzten Gerätschaften der Eisenbahnverwaltungen zu reinigen, bezw. zu desinfizieren.

Bewegliche Rampen und Einladebrücken der Eisenbahnverwaltungen müssen, sofern sie zur Viehverladung benutzt waren, täglich mindestens einmal entsprechend gereinigt und desinfiziert werden.

Feste Rampen, sowie die Viehein- und Ausladeplätze und die Viehhöfe der Eisenbahnverwaltungen sind stets von Streumaterialien, Dünger u. s. w. gesäubert zu halten. Rampen mit undurchlassendem Boden, sowie feste hölzerne Rampen sind, sofern zur Viehverladung benutzt, täglich mindestens einmal mit Wasser zu spülen.

Eine D. dieser Anlagen ist nur anzuordnen, wenn nach den Verhältnissen eine bestimmte Gefahr der Verbreitung von Seuchen vorliegt. Bei wirklicher Infektion oder dringendem Verdacht einer solchen sind etwaige weitergehende Sicherungsmaßregeln von den zuständigen Polizeibehörden anzuordnen. Rampen mit undurchlassendem Boden, sowie feste hölzerne Rampen müssen bei wirklicher Infektion nach Absatz 2 *b* und 3 desinfiziert werden.

Dünger von Tieren, welche an Rinderpest oder Milzbrand leiden, muß verbrannt, gekocht oder so tief vergraben werden, daß er mit einer mindestens 1 m hohen Erdschicht bedeckt ist.

Dünger von maul- oder klauenseuchekranken Tieren kann statt dessen mit einer fünfprozentigen Karbolsäurelösung unter vollständiger Durchmischung der letzteren mit dem Dünger desinfiziert werden.

In Österreich (Gesetz vom 19. Juli 1879) muß die D. bewirkt werden, entweder:

1. durch heiße Wasserdämpfe, die unter einer Spannung von mindestens 2 at auf alle Teile im Innenraum des Wagens geleitet werden, oder

2. durch heißes Wasser von mindestens 70° C., dem $^1/_2$% kalcinierte Soda oder Pottasche zugesetzt ist, womit alle Teile des Wagens bis zum vollständigen Verschwinden des tierischen Geruchs zu waschen sind, oder

3. durch Ausspritzen mit (bei Frost heißem) Wasser und nachheriges Auspinseln des Fußbodens und aller Seitenteile mit einer wässerigen Lösung, die 2% Karbolsäure und 5% Eisenvitriol oder statt letzterem 3% Chlorzink enthält.

Wagen, deren Einrichtung eine Behandlung mit Wasser nicht zuläßt, sind nach gründlichem Abwaschen des Fußbodens und der Decke mit alkalischer Lauge einer Ausräucherung zu unterziehen, die entweder durch Einstellen von

auf Holz- oder Thontassen ausgebreitetem Chlorkalk oder durch Entwicklung von Chlor aus einer Mischung von 1 Teil Chlorkalk und 2 Teilen gewöhnlicher Salzsäure, oder von 5 Teilen Kochsalz, 2 Teilen gepulverten Braunstein und 4 Teilen Wasser unter Zusatz von 4 Teilen konzentrierten Vitriolöls zu bewirken ist.

Bei Anwendung von Chlorkalk allein muß die Räucherung mindestens acht, während der kälteren Jahreszeit zwölf Stunden lang bei vollkommen geschlossenen Wagen unterhalten werden. Bei Anwendung chlorentwickelnder Mischungen genügt eine sechsstündige Einwirkung. Während der Winterzeit ist jedoch die aus Kochsalz, Braunstein und wässeriger Schwefelsäure bereitete Mischung nicht verwendbar, weil bei niederer Temperatur die Chlorentwicklung aus diesem Gemisch zu gering ist.

In allen Fällen müssen die Wagenräume vor ihrer Wiederbenutzung solange durchlüftet werden, als sie merklich nach Chlor riechen.

Die Gerätschaften, welche während der Beförderung der Tiere zum Tränken und Füttern benutzt wurden, sind ausschließlich entweder durch Abbrühen mit heißem Wasserdampf oder mit heißer Lauge zu desinfizieren.

Bezüglich der übrigen Geräte kann eine der zur D. der Wagen zulässigen Verfahrungsweisen in Anwendung kommen.

Die Viehein- und Ausladeplätze, Viehhöfe, Triebwege, Treppen und Rampen sind in den Fällen, in welchen nebst der Reinigung über Anordnung der politischen Landesbehörden auch die D. derselben stattzufinden hat, entweder durch Begießen mit einer zweiprozentigen Karbolsäurelösung oder durch Bestreuen mit karbolsaurem (phenylsaurem) Kalk zu desinfizieren.

Die bei der Reinigung dieser Objekte verwendeten Geräte sind nach jedesmaliger Benutzung selbst einer gründlichen Säuberung durch Abwaschen mit Wasser zu unterziehen, und, falls die D. dieser Objekte stattzufinden hat, gleichfalls mittels Karbolsäurelösung zu desinfizieren.

Der Dünger und die Streumaterialien, die auf den Wagen, Treppen, Standorten sich vorfinden, sind zu sammeln und sogleich mit Kalkmilch oder verdünnter Schwefelsäure zu desinfizieren, wenn nicht in Anwendung der Tierseuchengesetze deren Vernichtung stattzufinden hat.

In Ungarn ist durch Gesetzartikel XX vom Jahr 1889, bezüglich der D. bei Viehtransporten folgendes vorgeschrieben:

Vor der D. müssen die Wagen, Verladerampen, Brücken und sonstigen Geräte mit Benutzung eines stumpfen Besens mit Wasser von Streu, Dünger und Abfällen entsprechend gereinigt werden; im Winter ist hierzu heißes Wasser zu benutzen, damit die gefrorenen Teile auch entfernt werden können.

Die D. der Eisenbahnwagen geschieht mit heißem Wasserdampf oder mit einer Lösung von 2% Karbolsäure und 5% Eisenvitriol, mit welcher alle inneren Teile des Wagens zu reinigen sind.

Die aus den Eisenbahnwagen entfernten Abfälle, Streu und Dünger müssen auf einem isolierten Platz gesammelt und dort mit einer Lösung von 1 Teil Schwefelsäure und 20 Teilen Wasser reichlich begossen werden.

Im Fall diese Abfälle, Streu und Dünger aus einem solchen Wagen entfernt wurden, in welchem als mit Rinderpest, Rotz- oder Milzbrandkrankheiten behaftet verdächtig erscheinende Tiere befördert wurden, müssen Streu, Abfälle und Dünger durch Verbrennen oder Vergraben unschädlich gemacht werden.

Mit dieser Lösung sind auch die Verladerampen, Brücken und sonstigen Gerätschaften zu desinfizieren.

In der Schweiz hat der D. der zum Viehtransport benutzten Wagen ebenfalls eine gründliche Reinigung voranzugehen. Die Abfälle, Streumaterialien und Auswurfstoffe werden beseitigt und mit dem halben Gewicht ungelöschten Kalks vermengt oder mit verdünnter Schwefelsäure (1 Teil Schwefelsäure auf 20 Teile Wasser) übergossen. Der Boden, die Wände und Thüren werden mit steifen Bürsten oder stumpfen Besen unter Abspülen mit Wasser ausgefegt, die zum Transport benutzten Geräte ebenfalls mit Wasser gewaschen. Bei Frost ist heißes Wasser zu verwenden, um angefrorene Unreinigkeiten besser loszubringen.

Die D. der Wagen muß bewirkt werden, entweder:

a) durch auf mindestens 110° C. überhitzte Wasserdämpfe, die auf alle Teile im Innenraum des Wagens geleitet werden, oder

b) durch heißes Wasser von mindestens 70° C., dem $^1/_2$% kalcinierter Soda oder Pottasche zugesetzt ist, womit alle Teile des Wagens bis zum Verschwinden des tierischen Geruchs zu waschen sind;

c) durch gründliche Waschung mit (bei Frost heißem) Wasser, in dem 2% Karbolsäure oder 10% Chlorkalk aufgelöst worden sind.

Die Gerätschaften, welche während der Beförderung der Tiere zum Tränken und Füttern benutzt wurden, sind ausschließlich entweder durch Abbrühen mit heißem Wasserdampf (wie unter *a*) oder mit heißer Lauge (wie unter *b*) zu desinfizieren.

Sind Transportmaterial, Quais und Rampen mit Vieh in Berührung gekommen, das besonders seucheverdächtig ist, oder das verseucht war und auf Anordnung von Sanitätsbehörden befördert wurde, so hat die D. unter tierärztlicher Überwachung mittels Quecksilbersublimatlösung von 1‰ zu geschehen.

In Belgien (kgl. Erlaß vom 23. Mai 1879) erfolgt die Reinigung der Wagen, welche der eigentlichen D. vorausgeht, durch Ausfegen und Abkratzen, die eigentliche D. dagegen gewöhnlich:

1. durch reichliche Zuleitung von Wasserdämpfen von 100° Centigrades, welcher aus stationären Dampfkesseln oder den Verschiebemaschinen entnommen wird;

2. durch sorgfältiges Waschen mit einer reichlich angewandten alkalischen Lauge von mindestens 70° Centigrades;

3. Waschen und Anstreichen mit einer mit Chlor gemischten Kalkmilch, bezw. mit einer Lösung konzentrierter Karbolsäure.

Abgesehen von der gewöhnlichen D. giebt es noch eine außerordentliche D. der Wagen, Geräte und Utensilien, insbesondere in Fällen, in welchen feststeht, daß in einem Wagen infiziertes Vieh befördert wurde. Die zur Ver- und Entladung von Vieh dienenden Rampen

und Plätze sind nach Ankunft und Abgang der Tiere sorgfältig zu reinigen, bezw. bei herrschender Viehseuche zu desinfizieren.

In Frankreich umfaßt die durch Verordnung vom 22. Juni 1882 vorgeschriebene D. der Viehwagen, von welcher übrigens die zum Transport von Militärpferden verwendeten Wagen befreit sind, die Reinigung und die eigentliche D. Diese letztere erfolgt mit einer zweiprozentigen Lösung von Chlorzink, Zinksulfat, Zinknitrosulfat oder Phenylsäure.

In den Niederlanden (kgl. Verordnung vom 16. November 1884 und kgl. Verordnung vom 9. Juni 1885) ist die D. der mittels Wassers oder nötigenfalls mit verdünnter Sodalauge oder Pottaschelauge in siedendem Zustand gescheuerten Wagen durch Weißen mit Weißkalk oder Chlorkalk zu bewirken oder durch Anstreichen mit Karbolwasser oder Sublimatwasser (Chloratum hydragyricum, aus einer Auflösung von 1 Teil auf 5000 Teile Wasser oder 1 g auf 5 l Wasser bestehend), oder durch Einpressung von heißen Wasserdämpfen von mindestens 2 at (120° C.) in alle zu desinfizierenden Teile, oder durch Einströmen von heißen Wasserdämpfen von mindestens 6 at (160° C.) in die hermetisch verschlossenen Wagen.

In gleicher Weise sind die Brückenplanken, Futtertröge, Eimer, Stricke und sonstigen Gerätschaften, womit das beförderte Vieh in Berührung gekommen ist, zu reinigen und zu desinfizieren.

Auf den Ein- und Ausladeplätzen sind Dünger, benutzte Streumaterialien u. s. w. sorgfältig zu sammeln, der Erdboden mit Wasser zu übergießen und die Bepflasterungen und Holzbekleidungen mit Wasser zu scheuern.

Erforderlichenfalls ist nach erfolgter Reinigung der Boden mit Karbolwasser oder Sublimatwasser zu begießen.

Die aus den Wagen und von den Gegenständen entfernten und auf den Ein- und Ausladeplätzen gesammelten Stoffe sind mit gebranntem Kalk zu bestreuen oder mit Karbolwasser oder Sublimatwasser zu besprengen.

In Italien, woselbst ein Gesetz über die D. der zum Viehtransport verwendeten Wagen erst in Vorbereitung ist, besteht die übliche D. im Waschen der Wagen mit heißem Wasser und einer Lösung von 36‰ Karbolsäure (Acido fenico) oder Quecksilbersublimat. Die italienischen Bahnen lassen in größeren Stationen (Venedig, Padua, Vicenza etc.) die D. durch Privatgesellschaften im Accord besorgen.

In Rußland sind (Cirkular des Ministers für Kommunikationen vom 5. Februar 1873), sobald das Vieh aus dem Wagen ausgeladen wird, die Wagen auf Kosten der Eisenbahnverwaltungen zu reinigen und der Dünger und das Streustroh außerhalb des Stationsplatzes zu vergraben oder zu vernichten. Die Wagen sollen mit kochendem Wasser oder mit einem anderen durch Tierärzte empfohlenen Mittel desinfiziert werden, ohne daß die Eigentümer des Viehs hierfür eine Entschädigung zu leisten brauchen. Mittels Verordnung vom 9. März 1876 wurde den Bahnverwaltungen die Vornahme der D. mittels heißen Wassers empfohlen, welches mittels Schlauchs aus der Lokomotive in den Wagen einströmt und das Innere des Wagens ausbrüht.

In Rumänien erfolgt (Reglement vom 10. September 1886) die D. folgendermaßen:

Der Dünger, das Stroh, die Überbleibsel der tierischen Abfälle und andere in den Wagen vorgefundene Stoffe werden aus denselben entfernt und sofort verbrannt oder vergraben.

Die so gereinigten Wagen werden im Sommer mit kaltem, im Winter mit warmem Wasser gewaschen und nachher desinfiziert.

Nach erfolgtem Waschen werden die Wagen mit einer Lösung von krystallisierter Karbolsäure im Verhältnis von 4 : 100 mit einer Pumpe besprengt.

In derselben Weise wie die Wagen werden die benutzten Ladeutensilien desinfiziert.

Die D. hat immer im Beisein des amtlichen Tierarztes stattzufinden, welcher die Ausführung derselben leitet.

Die Wagen, in welchen einzelne Tiere, sowie tierische Rohprodukte, die in Säcken, Kisten oder Fässern gepackt waren, befördert wurden, sind der D. nicht zu unterziehen.

Auch in Amerika wenden die Bahnen neuester Zeit der D. von Viehwagen ihre Aufmerksamkeit zu.

Im Jahr 1889 ist die Bundesregierung eingeschritten und hat der Sekretär des Ackerbauministeriums an die hauptsächlich beim Viehverkehr beteiligten Eisenbahnen ein Rundschreiben erlassen, worin er die Notwendigkeit darlegt, das zur Ausfuhr bestimmte Rindvieh nur in desinfizierten Wagen zu befördern und dadurch der Verbreitung des „Texasfiebers" entgegenzutreten. Zugleich wird in diesem Rundschreiben den Bahnen mit der Erlassung von Zwangsvorschriften gedroht, falls dieselben nicht freiwillig die nötigen Maßnahmen treffen sollten. Thatsächlich haben die „Trunkbahnen" bereits ihre Organe angewiesen, für den Exportverkehr nur desinfizierte Wagen zu verwenden. (V.-Z. 1889, S. 764.)

Näheres siehe in der vom V. D. E.-V. im Dezember 1887 veröffentlichten „Zusammenstellung der im Gebiet des Vereins bestehenden gesetzlichen Bestimmungen über die Beseitigung von Ansteckungsstoffen bei Viehbeförderungen auf Eisenbahnen und der hierzu erlassenen Ausführungsbestimmungen". Dr. Buschmann.

Desinfektionsanstalten, die in bedeutenderen Stationen (Desinfektionsstationen) vorhandenen baulichen und maschinellen Anlagen zur Durchführung von Wagendesinfektionen in größerem Umfang.

Die Einrichtung der D. hängt wesentlich von der Art der Desinfektion ab, ob diese nämlich durch Chemikalien oder durch heißes Wasser, bezw. Dampf erfolgt. In jedem Fall gehören zu den D. Gleisanlagen (Desinfektionsgleise), deren Boden durch Abpflasterung oder auf andere Weise undurchlässig gemacht und mit Abflußvorrichtungen versehen ist, ferner Wasserleitungsanlagen, vielfach auch Waschbühnen, Wasserbehälter etc. Das Vorwärmen des Wassers in letzteren geschieht oft derart, daß von der Lokomotive ein Dampfstrahl in die Wasserbehälter eingelassen wird. Falls die Desinfektion mit Dampf oder heißem Wasser vorgenommen wird, erfolgt die Entnahme desselben teils aus für diesen Zweck speciell errichteten Kesselanlagen, teils aus Lokomotivkesseln. Bei stationären Anlagen läßt man das Ablaßrohr im Kessel unter dem Wasserspiegel münden, so daß beim Öffnen

des Ventils das Kesselwasser in eine bestehende Rohrleitung gepreßt wird. Diese endet in längs des Gleises aufgestellte Hydranten, von welchen die zum Desinfizieren dienenden Schläuche abzweigen.

Erfolgt die Entnahme des Dampfes, bezw. des heißen Wassers aus der Lokomotive, so wird entweder letztere häufig mit einer zwischen Injektor und Speisekopf eingeschalteten besonderen Verschraubung versehen, an welche der Desinfektionsschlauch mittels Holländer zu befestigen ist, oder man verbindet in Ermanglung einer solchen Verschraubung den Desinfektionsschlauch mit dem Schlabberhahn des Injektors, und schließt beim Desinfizieren das Speisekopfventil.

Eine weitere Art der Dampfentnahme von der Lokomotive besteht darin, daß die Leitung der Dampfheizung benutzt wird, indem man die Desinfektionsschläuche mit der Tenderdampfleitung in Verbindung bringt. Über ein weiteres Verfahren, s. Desinfektionsmittel.

Werden zur Desinfektion Chemikalien verwendet, so müssen selbstverständlich in der D. auch die nötigen Vorräte an solchen, bezw. an den zur Herstellung derselben nötigen Stoffen und Utensilien vorhanden sein. Der Betrieb der D. wird vielfach im Accord besorgt.

Desinfektionsgebühren (*Frais*, m. pl., *de désinfection*), Gebühren, welche die Eisenbahnen als Ersatz ihrer Selbstkosten und Leistungen bei der aus öffentlichen Rücksichten behördlich vorgeschriebenen Desinfektion (s. d.) der zur Beförderung von Tieren oder tierischen Rohprodukten verwendeten Wagen einzuheben berechtigt sind. Über die Verrechnung der Anteile an den D. für die Auf- und Abgabsbahn bestehen zwischen den Eisenbahnverwaltungen besondere Vereinbarungen, und werden die angefallenen D. in der Regel wie die übrigen Nebengebühren aus dem Güterverkehr behandelt.

In Deutschland bestimmt die Bekanntmachung des Bundesrats vom 20. Juni 1886, betreffend die Ausführung des Gesetzes vom 25. Februar 1876, über die Beseitigung von Ansteckungsstoffen bei Viehbeförderung auf Eisenbahnen, daß bei Bemessung der von den Eisenbahnverwaltungen für die Desinfektion zu erhebenden Gebührensätze davon auszugehen ist, daß diese lediglich dazu bestimmt sind, eine Ersatzleistung für die durch die Desinfektion bedingten außerordentlichen Aufwendungen zu gewähren.

Die Gebühren sind unabhängig von der Entfernung, welche der Viehtransport zu durchlaufen hat, unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Beträge der Selbstkosten für alle Stationen im Bereich einer und derselben Eisenbahnverwaltung in gleicher Höhe, und zwar in einem Satz lediglich für den Wagen festzusetzen.

Die D. werden in den deutschen Staaten für einen gewöhnlichen Wagen mit 1 Mk. eingehoben; dieselbe Gebühr ist nach dem deutschen Eisenbahngütertarif, Teil I, auch für etwaige Desinfektion zu entrichten, welche nach Anlage *D* zu § 48 des Betriebsreglements erforderlich ist; für doppelbodige Wagen ist durch die Ausführungsbestimmungen in einzelnen Staaten eine höhere Gebühr, in Baden 1,50 Mk., in Sachsen 2 Mk. festgesetzt.

Bei Versendung einzelner Stücke Großvieh wird in Bayern und Württemberg die Gebühr von 1 Mk., in Baden bei Beförderung in Sammelwagen für jedes Stück der Betrag von 15 Pf. eingehoben; bei Versendung einzelner Stücke Kleinvieh wird in einzelnen Staaten, wie Baden und Bayern, keine besondere Gebühr berechnet, dagegen beträgt in Preußen und Oldenburg die D. für jedes Stück, bezw. bei der Beförderung in Käfigen, Körben, Kisten u. dgl. für jedes Frachtstück 10 Pf. und höchstens 1 Mk. für die Sendung.

Im Fall einer Desinfektion der Viehladerampen, Viehein- und Ausladeplätze und der Viehhöfe der Eisenbahnverwaltungen ist in Preußen und Oldenburg eine Zuschlagsgebühr von 1 Mk. für jeden Wagen zu erheben.

In Bayern und Württemberg kommt die gleiche Gebühr von 1 Mk. auch zur Einhebung für Pferde und Vieh, welche nach den Bestimmungen des Militärtransportreglements zur Beförderung oder im Interesse militärischer Übungen zur Verladung gelangen.

Die D. werden in Deutschland in der Regel auf der Entladestation eingehoben.

Für die der Desinfektion vorausgehende Reinigung werden gewöhnlich keine D. berechnet.

In Österreich-Ungarn heben die Bahnen mit Genehmigung der beiderseitigen Ministerien nach den gemeinsamen Transportbestimmungen, Tarif Teil I, für die österreichisch-ungarischen Eisenbahnen, gültig vom 1. September 1887, beim Transport von Tieren und tierischen Rohprodukten nachstehende D. ein:

a) für Großvieh, Pferde, Maultiere und Esel — ohne Rücksicht auf die Anzahl der in die Eisenbahnwagen verladenen Tiere — weiters für Kälber, Schafe, Lämmer, Ziegen und Schweine, wenn von denselben wenigstens vier Stück in einem Wagen verladen werden:

1. Für einen vierräderigen gewöhnlichen Wagen oder für die Benutzung nur einer Etage eines Etagewagens 1,50 fl.;

2. für einen achträderigen gewöhnlichen Wagen, dann bei einem Etagewagen bei Benutzung zweier Etagen, einschließlich der Trommel, 2,50 fl.;

3. bei Verladung von weniger als vier Stück Kälbern, Schafen, Lämmern, Ziegen oder Schweinen pro Stück 40 kr.;

4. bei Versendung von Schweinen, Ferkeln, Lämmern, Ziegen etc. in Körben, Kisten, Steigen etc. pro Stück 5 kr., mindestens jedoch 20 kr. pro Sendung.

b) Für Sendungen tierischer Rohprodukte 2 kr. pro 100 kg bei Berechnung einer Mindestgebühr von 20 kr. pro Sendung und einer Höchstgebühr von 1,50 fl. pro Wagenladung.

c) Wenn der Versender von Tieren die nochmalige Desinfektion der seitens der Eisenbahn beigestellten, bereits desinfizierten Wagen fordert, so sind für die Desinfektion die unter *a*) 1, bezw. *a*) 2, bezifferten Gebühren zu entrichten.

d) Für die Desinfektion der bei dem Auf- und Abladen des Viehs benutzten Plätze, Stiegen und Schranken wird eine besondere Gebühr nicht eingehoben.

e) Die D. wird bei jeder Sendung — ohne Rücksicht darauf, ob eine oder mehrere Bahn-

verwaltungen den Transport bewerkstelligen — nur einmal eingehoben.

f) Falls ein Versender zur Verladung von Schweinen, Lämmern, Ziegen oder Kälbern Etagewagen verlangt und demselben aus Verkehrsrücksichten Wagen anderer Konstruktion gestellt werden, so ist für zwei solche Wagen nur die für einen Etagewagen entfallende D., somit 2,50 fl. statt 3,00 fl. einzuheben.

g) Wenn ein Versender in einer und derselben Aufgabsstation lebende Tiere an mehrere in einer und derselben Abgabsstation befindliche Adressaten aufgiebt und die Verladung in einem Wagen bewirkt werden kann, so ist für sämtliche Sendungen nur die für einen Wagen entfallende D. zu berechnen.

In der Schweiz hat der Bundesrat die Eisenbahnen ermächtigt, für die Desinfektion des Transportmaterials folgende Gebühren zu erheben, und zwar für:

I. Ganze Wagenladungen Vieh oder frische Häute, und zwar pro einfachen Wagen 2 Frs., pro doppelbodigen Wagen 3 Frs.

II. Einzelstücksendungen.

a) Großvieh (Pferde, Maulesel, Stiere, Ochsen, Kühe, Esel, Rinder und über ein Jahr alte Fohlen) für den Kopf 50 Cts.;

b) Kleinvieh (Kälber, Schweine, Schafe, Ziegen u. s. w.) für den Kopf, bezw. für die Kiste, wenn der Transport in den Kisten stattfindet, 25 Cts.;

c) frische Häute (gesalzen oder ungesalzen) für das Stück 10 Cts.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß

1. die Gebühr von 25 Cts., bezw. 10 Cts., auch dann zu berechnen ist, wenn Kleinvieh, bezw. frische Häute im Gepäckswagen befördert werden;

2. die D. für frische Häute in allen Fällen erhoben werden muß, finde nun die Verladung in gedeckten oder offenen Wagen, oder endlich auf Plattformen u. s. w., gleichviel in welcher Verpackung, statt;

3. der Gesamtkostenbetrag der von einem Versender an einen oder mehrere Empfänger aufgegebenen und im gleichen Wagen verladenen Viehstücke oder rohen Häute den unter Titel I aufgeführten Betrag für eine ganze Wagenladung nicht übersteigen darf.

In Belgien ist den Eisenbahnen gestattet, eine Gebühr für die Desinfektion des zu Viehtransporten benutzten Betriebsmaterials zu erheben. Diese Gebühr darf 3 Frs. pro Wagen nicht übersteigen.

In den Niederlanden können die Eisenbahnunternehmer von den Eigentümern des Viehs zu den Kosten der Desinfektion einen Beitrag in Geld verlangen (Artikel 2 der kgl. Verordnung vom 16. November 1884).

In Frankreich sind die Bahnen nach der Ministerialverordnung vom 30. April 1883 berechtigt, für die Desinfektion folgende Gebühren einzuheben: für Pferde, Fohlen, Esel, Maulesel pro Stück 40 Cts.; für Ochsen, Stiere, Kühe, Jungvieh pro Stück 30 Cts.; für Kälber oder Schweine pro Stück 15 Cts.; für Hammeln, Schafe, Lämmer, Ziegen pro Stück 5 Cts. Die D. für ganze Wagenladungen betragen für einen gewöhnlichen Wagen 2 Frs., für einen doppelbodigen Wagen 3 Frs.

In Italien beträgt die D. 1 L., in England 1 Mk. pro Wagen; in Rußland wird eine D. überhaupt nicht eingehoben.

Desinfektionsmittel. Unter D. versteht man im weiteren Sinn alle zur Verhütung der Verbreitung von menschlichen und tierischen Infektionskrankheiten angewendeten Mittel, mögen dieselben mechanisch oder chemisch wirken, im engeren Sinn aber nur die zur Erreichung dieses Zwecks angewendeten Chemikalien und Gemische derselben.

Die Zahl der empfohlenen und angewendeten D. ist eine sehr große, die Wirksamkeit eine verschiedene, oft auch geringe. Im allgemeinen ist zu beachten, daß auch das beste Mittel unwirksam ist, wenn es nicht in ausreichender Menge und während der zur Wirkung nötigen Zeit angewendet wird, und daß alle chemischen Mittel nur für einen gewissen Zeitraum und nur da wirken, wo sie den zu desinfizierenden Gegenstand gehörig berühren oder durchdringen. Auch ist zu berücksichtigen, daß die Bakterien in ihrem Verhalten gegenüber chemischen Stoffen sehr voneinander abweichen und gegen ein- und dasselbe D. ungleichen Widerstand an den Tag legen, daher je nach den einzelnen Infektionskrankheiten verschiedene D. angewendet werden müssen. Es handelt sich ferner darum, die Wahl des D. und seiner Anwendungsweise so zu treffen, daß die Desinfektion mit thunlichster Vermeidung einer Beschädigung der zu desinfizierenden Gegenstände vorgenommen werde. Viele Gegenstände leiden durch Anwendung von Säuren oder Alkalien, andere werden schon durch Feuchtigkeit beschädigt, oder wenn sie einer hohen Temperatur ausgesetzt werden. Insbesondere im Eisenbahnverkehr ist ferner zu berücksichtigen, daß die Desinfektion in kürzester Zeit durchzuführen ist und die zu desinfizierenden Gegenstände baldmöglichst wieder dem Gebrauch übergeben werden sollen.

Die hauptsächlich zur Desinfizierung angewendeten Mittel sind folgende:

Heißes Wasser. Es ist erwiesen, daß viele Ansteckungskeime durch nur kurze Zeit anhaltende Siedehitze nicht getötet werden und es ist deshalb die Desinfizierung nur dann als vollständig zu betrachten, wenn die zu behandelnden Gegenstände mehrere Stunden in Wasser gekocht werden. Zusätze von Soda oder Pottasche steigern die Wirkung schon dadurch, daß sie die Siedetemperatur erhöhen. (In Preußen muß nach den bestehenden Vorschriften dem heißen Wasser Lauge beigesetzt werden). Das Abwaschen mit heißem Wasser, welches dabei nicht mehr die Siedehitze haben kann, hat nur die Wirkung, daß es Schmutz und damit Ansteckungskeime entfernt; durch Soda und Pottasche wird die auflösende Wirkung dabei erheblich erhöht. Werden solche Abwaschungen recht gründlich ausgeführt und wird mit viel Wasser nachgespült, so ist in vielen Fällen die Wirkung ausreichend. Unzureichend erscheint aber ein einfaches Ausspritzen oder Bespritzen mit einem Strahl heißen Wassers, auch wenn dasselbe aus einem Dampfkessel unter hohem Druck ausströmt und an der Ausflußöffnung eine sehr hohe Temperatur hat. Durch die schnelle Dampfentwicklung kühlt sich der Wasserstrahl so sehr ab, daß er schon in kurzer Entfernung eine Temperatur weit unter dem Siedepunkt hat.

Wasserdampf. Wenn die zu desinfizierenden Gegenstände längere Zeit hochgespannten Wasserdämpfen ausgesetzt werden, was nur in

einem fest verschlossenen Gefäß geschehen kann, so ist jedenfalls die Wirkung eine vollkommene, und haben zahlreiche Versuche ergeben, daß durch eine solche Desinfektion mit Wasserdampf von mindestens 100° Temperatur alle Krankheitskeime getötet werden; dagegen muß ein Strahl von gesättigtem Dampf als noch unwirksamer als ein solcher von heißem Wasser bezeichnet werden, weil der Dampf schon auf sehr kurze Entfernungen von der Ausströmungsöffnung sich zu Wasserbläschen verdichtet, welche nicht mehr die erforderliche Wärme haben. Der Chefarzt der französischen Staatsbahnen, Dr. Paul Redard (vergl. Zeitung des V. D. E.-V. Nr. 98, 1885), hat ein Verfahren zur Desinfizierung der zum Viehtransport benutzten Wagen mit Erfolg angewendet, bei welchem der überhitzte Dampf als Mittel dient. Der Dampf wird dabei der Lokomotive entnommen und durch ein in die Feuerbüchse etwa 50 cm oberhalb der höchsten Kohlenschicht eingesetztes eisernes Schlangenrohr von 21 mm innerem Durchmesser und 7,3 m Gesamtlänge geführt. Das Standrohr ist mit einem T-förmigen Ansatz versehen, in welchem sich die spaltförmigen Ausströmungsöffnungen befinden. Bei dem Gebrauch wird das Standrohr 10—12 cm von der Wagenwand entfernt gehalten und an allen Teilen derselben entlang geführt. Mittels dieser Vorrichtung soll ein Wagen in 15 Minuten desinfiziert werden, auch dient dieselbe zum Desinfizieren der Verladeplätze, aller zum Verladen gebrauchten Geräte, sowie der Kleider der dabei beschäftigten Arbeiter. Die Temperatur des Dampfes betrug 10 cm von der Ausflußöffnung entfernt noch 110° C., in einzelnen Fällen sogar 125°. Bei deutschen Bahnen ausgeführte Versuche mit ähnlichen Vorrichtungen erzielten keine zufriedenstellenden Ergebnisse.

Heiße Luft. Die Desinfizierung mittels heißer Luft ist nur wirksam, wenn die Temperatur sehr hoch steigt und der zu desinfizierende Gegenstand genügend lange der Hitze ausgesetzt wird. Von vielen Ärzten wird eine Wärme von 204° C. für notwendig gehalten, um alle Keime zu töten. Eine solche Wärme ist nur in besonders dazu konstruierten Öfen zu erreichen, wie solche auch vielfach zur Desinfizierung von Kleidern, Wäsche, Betten u. dgl. benutzt werden. Da diese Gegenstände sehr schlechte Wärmeleiter sind, so muß die Hitze solange einwirken, daß alle Teile gleichmäßig erwärmt und einige Zeit auf der hohen Temperatur erhalten werden.

Chemikalien.

Karbolsäurelösungen. Die Karbolsäure, auch Phenol und Steinkohlenkreosot genannt, wird durch Destillation aus dem Steinkohlenteer gewonnen. Die reine Karbolsäure benutzt man wegen des hohen Preises nur für medizinische Zwecke, während zur Desinfizierung das schwere Steinkohlenteeröl mit einem Gehalt von 10—25% Karbolsäure als sogenannte rohe Karbolsäure verwendet wird. Da von diesem Gehalt die Wirkung abhängt, so ist es notwendig, diesen bei dem Einkauf zu vereinbaren und durch einen Chemiker ermitteln zu lassen. Die rohe Karbolsäure ist eine braune Flüssigkeit von durchdringend brenzlichem, lange anhaltendem Geruch. Zur besseren Verteilung verwendet man sie sehr verdünnt oder in Verbindung mit pulverförmigen Stoffen, wie Kalk, zermahlenem Torf, Kohlenpulver, Gips, Erde, Sand u. dgl. So für den Gebrauch fertiggestellt, kommt die Karbolsäure als Desinfektionspulver unter den verschiedensten Namen im Handel vor; der Wert solcher Mittel ist immer nur nach dem Gehalt an Karbolsäure zu bemessen. Auch das in Paraffinfabriken als Nebenprodukt gewonnene Kreosotnatron, welches oft sehr billig zu haben ist, wird als D. gebraucht. Da das Kreosot und die Karbolsäure an das Natron gebunden sind, so müssen sie in Verbindung mit einer billigen Metallsäure gebraucht werden.

Mit Ausnahme einiger Chemikalien, deren Anwendung im großen wegen des hohen Preises oder sehr giftiger Eigenschaften ausgeschlossen ist, z. B. Thymol, Quecksilbersublimat, ist die Karbolsäure das bei weitem wirksamste D.; eine fünfprozentige Lösung unterbricht die Fäulnis und hält sie längere Zeit auf, tötet die Bakterien und Pilze und beseitigt die üblen Gerüche.

Andererseits hat die Desinfektion mit Karbolsäure den Nachteil, daß der Karbolgeruch die desinfizierten Wagen einige Zeit zur Verladung von empfindlichen Gütern ungeeignet macht und daß selbst dann, wenn kein Karbolgeruch mehr wahrnehmbar ist, Beschädigungen von Cerealien, insbesondere Mehlsendungen, vorkommen, indem die in die Poren des Holzes eingedrungenen schweren Teeröle der Karbolsäure die Ladung infizieren; es besteht deshalb u. a. in Preußen (Verordnung vom 5. Mai 1884) die Vorschrift, daß die Desinfektion mit roher Karbolsäure thunlichst zu vermeiden und als D. heiße Wasserdämpfe und heißes Wasser mit heißer alkalischer Lauge, bezw. Chlorkalklösung zu benutzen sind.

Gleiche Wirkung wie die Karbolsäure hat auch das Kreosot, welches durch Destillation aus dem Holzkohlenteer hergestellt wird; da es erheblich teurer ist als die Karbolsäure, so wird es selten zum Desinfizieren verwendet.

Chlorkalk ist ein Gemenge von unterchlorigsaurem Kalk mit Chlorcalcium und enthält in reinem Zustand 39,7% Chlor, welches der wirksamste Bestandteil ist. Der im Handel vorkommende Chlorkalk enthält höchstens 30% Chlor; man geht über diesen Gehalt nicht hinaus, weil sonst leicht eine Zersetzung bei ruhigem Lagern eintritt, wodurch die Gefäße zertrümmert werden können. Der Chlorkalk wird erhalten, indem Chlorgas über den in dünnen Lagen ausgebreiteten pulverisierten, frisch gelöschten Kalk geleitet wird, wodurch letzterer das Chlor aufnimmt. Da der Gehalt an Chlor allein den Wert bestimmt, so ist es nötig, diesen chemisch bestimmen zu lassen. Man verwendet den Chlorkalk zum Anstrich der zu desinfizierenden Gegenstände, indem man ihn mit 12 Teilen Wasser anrührt, oder zum Ausräuchern geschlossener Räume, indem man ihn mit einer schwachen Säure übergießt, wodurch das Chlor frei wird. Dieses Gas ist für die Athmungsorgane gefährlich, weshalb die damit behandelten Räume und Gegenstände längere Zeit gelüftet werden müssen.

Chlorkalk nimmt nach den im deutschen Reichsgesundheitsamt vorgenommenen Versuchen hinsichtlich der Wirkung unter den D. einen hervorragenden Platz ein, wofern er von guter Beschaffenheit ist, trocken aufbewahrt und vor dem Gebrauch der Luft nicht ausgesetzt ist.

Eisenvitriol, schwefelsaures Eisenoxydul, dient zur Desinfizierung von Aborten, weil es die übelriechenden Gase, Schwefelwasserstoff und Ammoniak, in feste Verbindungen überführt. Es vermag jedoch nicht, das Wachstum der Pilze und Bakterien zu verhüten, so daß es als D., wie die Versuche des deutschen Gesundheitsamts klargelegt haben, keinen hohen Wert hat. Wirksamer ist es in Verbindung mit Karbolsäure. Man rechnet zum Geruchlosmachen der Aborte für eine Person und einen Tag 25 g, welche in Wasser gelöst werden. Setzt man etwa 2 g Karbolsäure zu, so kann man das Eisenvitriol um ein Drittel vermindern.

Kalk in möglichst frisch gebranntem Zustand, also Ätzkalk, wirkt ähnlich wie Eisenvitriol, indem er, als Pulver in die Aborte geschüttet, üble Gerüche bindet. Die Wirkung dauert aber nur kurze Zeit, weil der Ätzkalk sehr bald Kohlensäure aufnimmt und dadurch seine Wirksamkeit vollständig verliert.

Neuestens wurde durch Versuche im deutschen Reichsgesundheitsamt festgestellt, daß der Kalk eine ganze Reihe von Organismen, und zwar zum Teil ziemlich widerstandsfähiger, zu vernichten vermag (Rotlauf, Schweineseuche und Rotz).

Schweflige Säure ist ein ausgezeichnetes, kräftig wirkendes D. für geschlossene Räume und die in diesen enthaltenen Gegenstände, namentlich Betten und Kleidungsstücke,* die sie leicht durchdringt. Sie wird durch Verbrennen von Schwefel erzeugt. Für 1 m³ Raum sind wenigstens 16 g Schwefel zu verwenden, alle Öffnungen gut zu verschließen und erst nach sechs Stunden zu öffnen. Die Desinfizierung ist dann eine vollkommene; es ist aber der lange anhaftende Geruch lästig.

Wie die schweflige Säure, wirkt auch die salpetrige Säure; die Entwicklung derselben ist aber umständlicher, weshalb sie wenig angewendet wird. Auch die flüssigen Metallsäuren sind gute D., werden aber als solche wenig gebraucht, weil sie die meisten der damit in Berührung kommenden Stoffe stark angreifen.

Sodalauge, Lösung von Soda in Wasser (auf 100 Teile Wasser 2—16 Teile Soda), wird meist nur zur vorbereitenden Desinfektion gebraucht, um die Infektionsstoffe für das eigentliche D. zugänglicher zu machen; ob dieselbe noch außerdem selbst desinfizierende Eigenschaften besitzt, ist bis nun noch nicht klargestellt.

Außer den angeführten werden zur Desinfektion noch verschiedene andere Mittel benutzt, z. B. Ätznatron und Ätzkali, in Form von Laugen (in Belgien verwendet man eine Lauge, welche durch Mischung 1 Teils Pottasche mit 10 Teilen Wasser hergestellt und nach erfolgtem Kochen mit 1 Teil gelöschten Kalks versetzt wird), mehrere Metallsalze, Sublimate (Quecksilbersublimat wegen der hohen Giftigkeit wenig zu empfehlen), Kochsalz, Steinkohlenteer und aus ihm gewonnene Stoffe, wie Naphthalin, Benzin; ferner Holzessig, Holzkohle, Gaskalk, Gips, Petroleum u. dgl., die mehr oder weniger wirksam sind.

Zur Desinfektion von Aborten wird neuerdings die bei der Fabrikation von Torfstreu abfallende gesiebte Torfmulle verwendet, welche infolge ihres hohen Gehalts an Huminsäure im höchsten Grad antiseptisch wirkt.

Ganz nutzlos, ja sogar schädlich sind Räucherungen mit wohlriechenden Stoffen.

Der Anwendung des D. soll in allen Fällen ein geeignetes Reinigungsverfahren vorausgehen. Es sind durch viele Versuche schlagende Beweise dafür erbracht, wie viel die bloße Reinigung durch mechanische Entfernung der Keime zu leisten vermag, und kann ohne Zweifel, wo es sich um die Tötung leicht zerstörbarer Infektionsstoffe handelt, schon durch gründliche Reinigung, verbunden mit Benutzung einer Sodalösung, der angestrebte Zweck erreicht werden.

S. u. a. die Arbeiten des kais. deutschen Reichsgesundheitsamts, 1889, S. 247 u. ff.

Simon.

Desinfektionsstationen, jene Stationen, in welchen im Interesse einer zweckmäßigen Ausführung und Überwachung die Vornahme der Desinfektion centralisiert wird. Diese Sammelstationen werden ein- für allemal als solche bezeichnet, und ist in der Regel eine besondere Frist bestimmt, innerhalb welcher die entladenen Wagen von anderen Stationen, welche nicht als D. gelten, dorthin geschafft und desinfiziert werden müssen; D. werden in Deutschland und Österreich von den Aufsichtsbehörden, anderwärts, z. B. in Belgien, von den Bahnen selbst bestimmt. Die D. werden mit den für die Desinfektion nötigen Einrichtungen und Chemikalien versehen.

Destinatär (Adressat, Empfänger des Gutes), s. Empfänger.

Destinationsort, s. Bestimmungsort.

Detailprojekt, s. Bauprojekt und Projektverfassung.

Detonationssignale, s. Knallsignale.

Deutsche Eisenbahnen. I. Geschichtliches. In Deutschland verschafften sich die Eisenbahnen nur schwer Eingang, ungeachtet auch hier einzelne Männer schon sehr frühzeitig den Wert des neuen Verkehrsmittels erkannt und dessen Einführung in Deutschland vertreten hatten. So befaßte sich der bayrische Oberbergrat v. Baader 1814 mit dem Projekt der Bahn von Nürnberg nach Fürth, der kurhessische Oberbergrat Henschel 1822 mit einem solchen für die Strecke Frankfurt a. M.-Bremen, der braunschweigische Finanzbeamte und nachmalige Generaldirektor der braunschweigischen Staatsbahnen, v. Amsberg 1824 mit dem Projekt für eine Eisenbahn von Braunschweig über Hannover nach Bremen und Hamburg. Allen voran ist als Apostel des deutschen Eisenbahnwesens Professor Friedrich List zu nennen, welcher 1832 nach siebenjährigem Aufenthalt in Amerika nach Deutschland zurückkehrte und hier nicht bloß den Bau der Leipzig-Dresdner Bahn anregte, sondern auch gleichzeitig den Entwurf für ein einheitliches deutsches Eisenbahnnetz aufstellte (s. List, Über ein sächsisches Eisenbahnsystem als Grundlage eines allgemeinen deutschen Eisenbahnsystems, Leipzig 1833). List nimmt Leipzig, den damaligen Mittelpunkt des deutschen Handels, zum Ausgangspunkt und bezeichnet als Endpunkte des deutschen Eisenbahnsystems Danzig, Thorn, Breslau, Prag, Chemnitz, Zwickau, München, Lindau, Basel, Köln, Lübeck und als Knotenpunkte Berlin, Dresden, Leipzig, Magdeburg, Hannover, Bremen, Hamburg. Auch List fand

zunächst nur Mißbilligung und Widerstreben. Einerseits hegten Regierungen und Kapitalisten Mißtrauen in die Rentabilität der Eisenbahnen, anderseits fürchteten erstere die liberalen und demokratischen Wirkungen des neuen Verkehrsmittels. Dazu wirkte noch die Tendenz der Kleinstaaten, sich voneinander abzuschließen, dem Eisenbahnwesen entgegen. So kam es, daß erst Ende 1835, nach Beseitigung zahlreicher Schwierigkeiten, die erste deutsche Eisenbahn von Nürnberg nach Fürth (6,04 km) eröffnet wurde. Nunmehr trat, begünstigt durch die Nachrichten über den Erfolg der englischen Bahnen, auch in Deutschland eine allgemeine Bewegung zu Gunsten der Eisenbahnen ein und bildeten allenthalben die Nächstbeteiligten Gesellschaften zur Aufbringung der nötigen Geldmittel. Zunächst wurde (24. April 1837) die erste Teilstrecke der Leipzig-Dresdner Bahn von Leipzig nach Althen (9,9 km) eröffnet.

1838 wurden neben weiteren Teilstrecken der Leipzig-Dresdner Bahn die ersten preußischen Strecken Berlin - Potsdam und Düsseldorf-Erkrath, sowie die erste deutsche Staatsbahn von Braunschweig nach Wolfenbüttel eröffnet.

Insgesamt gelangten 1838 120,49 km zur Eröffnung, ebensoviel (121,54 km) wurden im nächstfolgenden Jahr dem Verkehr übergeben, darunter Teilstrecken der Taunusbahn, der Magdeburg-Leipziger Bahn, der Rheinischen und München-Augsburger Bahn, dann die Reststrecke der Leipzig-Dresdner Bahn und in Elsaß-Lothringen die Bahn Mülhausen-Thann.

Das Jahr 1840 brachte für Deutschland einen Zuwachs von 318,45 km, und zwar wurden: neben weiteren Strecken der Taunusbahn, der Magdeburg-Leipziger Eisenbahn, der München-Augsburger und Rheinischen Eisenbahn, die erste badische Staatsbahnstrecke Mannheim-Heidelberg, eine Teilstrecke der Berlin-Anhalter Bahn, die braunschweigische Linie Wolfenbüttel-Schladen, endlich in Elsaß-Lothringen die Strecke Benfeld-Kolmar und ein Teil der Strecke Straßburg-Basel gebaut.

Bis Ende 1840 waren auf jetzigem deutschen Boden 580,62 km Bahnen eröffnet, wovon nur die badischen und braunschweigischen Strecken im Staatsbetrieb standen; es ist dies ein verhältnismäßig kleines Netz, wenn man berücksichtigt, daß zur selben Zeit Großbritannien bereits 2309 km und das kleine Belgien 325 km Eisenbahnen besaß.

Glücklicher gestaltete sich für das deutsche Eisenbahnwesen die Zeit von 1840 bis 1846. Der Umschwung ging von Preußen aus, woselbst mit dem Regierungsantritt Friedrich Wilhelm IV. eine entschiedene Wendung zum Besseren eintrat. Die Regierung zeigte sich nunmehr willfähriger in der Erteilung von Konzessionen (zunächst ohne finanzielle Unterstützung seitens des Staats).

1840—1842 wurden in Preußen unter anderen die Bonn-Kölner, Berlin-Stettiner, Berlin-Frankfurt a. O.-Eisenbahn, oberschlesische Eisenbahn, Breslau-Schweidnitz-Freiburger und Magdeburg-Halberstädter Eisenbahn konzessioniert.

Einen noch bedeutenderen Aufschwung nahm das Eisenbahnwesen, als sich die preußische Regierung 1843 entschloß, um die Unternehmungslust zu wecken, den Gesellschaften (gewöhnlich zur Vergrößerung des Netzes) eine mäßige Verzinsung ihres Anlagekapitals ($3^1/_2$%) zu gewährleisten; die Regierung knüpfte an die Gewährung der Garantie bestimmte Bedingungen, welche für die Folge von tiefeingreifender Bedeutung und Wirkung auf das Eisenbahnwesen in Preußen wurden; so unter anderm die (später abgeänderte) Bedingung, daß, falls der Reinertrag in einem Jahr 5 % des Stammaktienkapitals übersteigt, ein Teil des Überschusses an den Staat abzuführen und nach dessen Ermessen zur Ausgleichung geleisteter Vorschüsse oder als Reserve für künftige Vorschüsse oder zum Ankauf von Aktien verwendet werden sollte. Der Staat sicherte sich dabei einen tiefgehenden Einfluß auf die Verwaltung und auch das Recht, unter bestimmten Voraussetzungen die Bahn in Betrieb zu nehmen.

In anderen Fällen beteiligte sich der Staat auch an der Kapitalsbeschaffung durch Übernahme von Aktien, deren Zinsen und Dividenden ebenfalls anfänglich zur Amortisation der übrigen Aktien verwendet werden sollten.

Einschlägige Vereinbarungen wurden unter anderm mit der bereits 1841 gegründeten oberschlesischen Eisenbahn, dann mit der niederschlesich - märkischen, bergisch - märkischen, Stargard-Posener und Wilhelms-Bahn getroffen.

In dem Zeitraum von 1843—1847 entstanden in Preußen 17 neue Gesellschaften (darunter die niederschlesisch - märkische, die Köln-Mindner, die bergisch-märkische, die thüringische und die Berlin-Hamburger Eisenbahn, Stargard-Posener, Aachen-Düsseldorfer, Aachen-Mastrichter, Ruhrort - Crefeld - Kreis Gladbacher und Magdeburg-Wittenberger Eisenbahn).

Während auf diese Weise in Preußen mit Unterstützung der Regierung zahlreiche neue Hauptlinien ins Leben gerufen und in Erkenntnis der politischen und strategischen Wichtigkeit der Bahnen bereits auch Verbindungen derselben untereinander, sowie mit dem Ausland und den Handelsplätzen Hamburg und Bremen angestrebt wurden, begann sich auch in den deutschen Mittelstaaten das Interesse der maßgebenden Kreise für das Eisenbahnwesen zu heben; hierbei wandten sich diese Staaten nahezu ausschließlich dem Staatsbahnsystem zu. Baden begann, nachdem man für die Bahn von Mannheim nach Heidelberg keinen Unternehmer fand, im Jahr 1838 den Bau derselben auf Staatskosten. In Württemberg ging der Staat, nachdem sich die für das Landesnetz gebildete Eisenbahngesellschaft aufgelöst hatte, 1842 selbst mit dem Bau des Netzes vor und erließ unter dem 18. April 1843 ein allgemeines Eisenbahngesetz, durch welches vorgesehen war, daß die Erbauung von Zweigbahnen an Privatgesellschaften gegen Zinsgarantie für den Reinertrag bis zu $3^1/_2$% des Anlagekapitals überlassen werde; doch wurde hier, und zwar nach langem Widerstand, erst 1863 die erste Privatbahn (Kirchheimer Bahn) — ohne Garantie — konzessioniert. In Bayern entschloß sich die Regierung 1840, nachdem die zum Bau der Bahn Nürnberg-Hof gebildete Gesellschaft sich aufgelöst hatte, die Bahn selbst zu bauen und brachte 1844 die München-Augsburger Bahn an sich, um selbe auszubauen. Hannover befolgte von Anfang an (1841) das ausschließliche Staatsbahnsystem. Sachsen hatte zunächst den Bau der Eisenbahnen den Privatgesellschaften überlassen und

1843—1845 die sächsisch-bayrische Eisenbahn von Leipzig nach Hof, die sächsisch-schlesische Eisenbahn von Dresden nach Görlitz, die Löbau-Zittauer Eisenbahn und die Chemnitz-Riesaer Eisenbahn konzessioniert und beteiligte sich der Staat bei diesen Gesellschaften mit einem Teil des Anlagekapitals gegen Aktienübernahme. Der sächsisch-schlesischen Eisenbahn gewährte die sächsische Regierung überdies 4% Zinsengarantie. Erst Ende 1845 wurde die erste sächsische Staatsbahn von Dresden an die österreichische Grenze (Bodenbach) in Angriff genommen, da sich keine der Regierung genehme Privatgesellschaft zur Ausführung derselben gefunden hatte. Hessen ging 1845 mit der Konzessionierung der hessischen Ludwigs-Bahn vom reinen Staatsbahnsystem ab und beobachtete seither ein gemischtes System. Braunschweig war, wie schon erwähnt, allen anderen Staaten voran mit dem Bau von Staatsbahnen vorgegangen.

Das deutsche Eisenbahnnetz, welches 1843 durch die Aachen-Herbesthal-Mecheln-Linie den ersten ausländischen Anschluß erlangt hatte, vermehrte sich von 580,62 km am Ende des Jahrs 1840 auf 2315,02 km Ende 1845. Unter den in diesen Jahren eröffneten Linien seien erwähnt: 1841 Berlin-Wittenberg (womit die Verbindung zwischen Berlin, Magdeburg, Leipzig und Dresden hergestellt war), Erkrath-Elberfeld (womit Düsseldorf-Elberfeld vollendet war), in Elsaß Kolmar-Mülhausen und Benfeld-Königshofen (wodurch Straßburg mit Basel verbunden wurde); 1842 Berlin-Frankfurt a. O. und Berlin-Angermünde; 1843 Angermünde-Stettin, Aachen-Grenze bei Herbesthal und Breslau-Freiburg; 1843—1844 Magdeburg-Wolfenbüttel (Verbindung Hannovers mit Berlin), Augsburg-Donauwörth und Nürnberg-Bamberg; 1844—1845 Altona-Kiel, Neumünster-Rendsburg, Königshofen-Straßburg und Offenburg-Freiburg (womit die Linie Mannheim-Freiburg ausgebaut war), Breslau-Bunzlau, Oppeln-Schwientochlowitz (wodurch Breslau eine Verbindung nach Osten erhielt), Deutz-Düsseldorf (wodurch Aachen und Bonn mit Düsseldorf und Elberfeld verbunden wurde) und Kannstadt-Untertürkheim (erste Bahn Württembergs).

Das Jahr 1846 ist bemerkenswert durch den ganz außerordentlichen Zuwachs an neuen Linien, welcher sich auf 1153,08 km beläuft, höher ist als in allen vorhergehenden Jahren und bis 1870 nicht übertroffen wurde.

1846 fand die oberschlesische Eisenbahn bis Myslowitz Fortsetzung, wodurch die reichen Kohlen- und Erzschätze des Beuthener Reviers erschlossen wurden; in demselben Jahr wurde die Verbindung Berlins mit Hamburg über Bergedorf, und durch den Ausbau der niederschlesisch-märkischen Bahn jene von Berlin über Frankfurt a. O. mit Breslau vollendet.

In den Jahren 1847 und 1848 war die Bauthätigkeit ebenfalls noch bedeutend und betrug die Länge der eröffneten Linien 1847: 983,6 km, 1848: 714,52 km.

1847 wurde der Grund zu dem sächsischen Staatsbahnnetz durch den am 1. April 1847 erfolgten Ankauf der bereits streckenweise eröffneten Linie Leipzig-Hof (sächsisch-bayrische Eisenbahn) gelegt, nachdem schon vorher der Bau der Linie Dresden-Bodenbach auf Staatskosten in Angriff genommen worden war. In demselben Jahr wurde in Preußen (Ordre vom 28. November) der Bau der ersten Staatsbahnstrecke (Saarbrücker-Bahn als Notstandsbau) angeordnet.

Im Jahr 1847 kamen mehrere höchst wichtige Verbindungslinien zur Eröffnung. Hannover wurde einerseits mit Bremen, andererseits mit Harburg (Altona), endlich nach Südwesten durch den Ausbau der Köln-Mindner Bahn mit den Rheinlanden verbunden. Östlich wurde im Jahr 1847 die Strecke Görlitz-Löbau der sächsisch-schlesischen Bahn ausgebaut und hierdurch Breslau mit Dresden verbunden; es wurde ferner die Linie Weimar-Eisenach der thüringischen Bahn und die Fortsetzung der oberschlesischen Eisenbahn bis zur Landesgrenze bei Slupna, dann die Wilhelms-Bahn von Ratibor zur österr. Grenze bei Annaberg eröffnet (1848 bis Oderberg fortgesetzt).

In das Jahr 1847 fällt ein weiteres für die deutschen Eisenbahnen bedeutungsvolles Ereignis, die Gründung des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen (s. d.).

Infolge der Ereignisse des Jahrs 1848 kam die Entwicklung des Eisenbahnnetzes ins Stocken und wurden 1849 und 1850 nur 455,37, bezw. 432,15 km neue Strecken eröffnet.

Unter den Eröffnungen aus dem Jahr 1848 ist jene der wichtigen Abkürzungslinie Röderau-Jüterbog der Berlin-Anhalter Eisenbahn, der Fortsetzung der Stargard-Posener Bahn bis Posen, und der Linie Dortmund-Schwelm im Ruhrgebiet zu erwähnen. 1849 wurde durch die Strecke Magdeburg-Wittenberge nördlich der Anschluß an die Berlin-Hamburger Bahn hergestellt und durch die Strecke Donauwörth-Nürnberg eine Verbindung von München nach Hof geschaffen. 1850 wurden u. a. eröffnet: die westfälische Bahn Paderborn-Hamm, die mecklenburgische Bahn Kleinen-Rostock und Bützow-Güstrow, dann die Strecke Geislingen-Biberach (Verbindung Stuttgarts mit dem Bodensee).

Der Zeitraum von 1851—1860 kennzeichnet sich durch das Bestreben, einerseits durch Ausfüllung vorhandener Lücken größere Durchfuhrslinien zu schaffen und dadurch den einheimischen Naturprodukten, namentlich den Kohlen- und Erzgebieten (Ruhrgebiet, Saarbrücken, Schlesien) einen gesteigerten Absatz zu ermöglichen, andererseits auch aus politischen und strategischen Rücksichten gewisse Linien auszubauen; aus diesem Gesichtspunkt baute Preußen zunächst die große Ostbahn; der bezügliche Gesetzentwurf, welcher die Regierung zum Bau der letzteren, sowie der westfälischen und Saarbrücker-Eisenbahn ermächtigte, wurde den Kammern im August 1849 überreicht; das bezügliche Gesetz wurde unter dem 7. Dezember 1849 veröffentlicht. Der Bau dieser drei Staatsbahnen war von höchster Bedeutung für die Staatseisenbahnpolitik Preußens, deren Einleitung insbesondere das Verdienst des Staatsministers v. Heydt war.

Preußen sicherte sich bei den infolge der 1848er Krise notleidend gewordenen Bahnen, welchen es zu Hilfe kam, die Betriebsführung (Aachen-Düsseldorf, Ruhrort-Crefeld-Kreis Gladbach), erwarb die westfälische Eisenbahn zum Ausbau und übernahm ferner seit 1850 den Betrieb einer Reihe anderer Bahnen (bergisch-märkische mit der Düsseldorf-Elberfelder, die Stargard-Posener, die niederschlesisch-märki-

sche, einschließlich der Berlin-Frankfurt a. O.-Bahn, die Köln-Crefelder, die Prinz Wilhelm-, die Rhein-Nahe-Bahn, die oberschlesische und die Wilhelms-Bahn).

Neue Konzessionen wurden in diesem Zeitraum in Preußen überhaupt nur an Gesellschaften, bezüglich deren sich der Staat die sofortige Betriebsübernahme sicherte (Köln-Crefeld, Rhein-Nahe-Bahn etc.) erteilt.

In Nassau wurde 1858 der Ausbau der Linien der nassauischen Rhein- und Lahn-Bahn welche nicht in der Lage war, das geplante Unternehmen durchzuführen, auf Staatskosten angeordnet.

In Sachsen gingen die Löbau-Zittauer und die Zittau - Reichenberger Eisenbahnen in den Staatsbetrieb, die Eisenbahn Chemnitz - Riesa, und die sächsisch-schlesische Eisenbahn in das Staatseigentum über. Der Anstoß hierzu ging von den Gesellschaften selbst, und zwar aus finanziellen Gründen aus.

In Bayern allein zeigte sich ein umgekehrtes Verhältnis, indem hier auf Grund des Gesetzes vom Jahr 1856 die große Gesellschaft der bayrischen Ostbahnen zum Ausbau der Linien im Osten des Landes (Nürnberg-Amberg-Regensburg mit Zweig gegen Pilsen, von Regensburg gegen Passau und München) unter Zusicherung einer $4^1/_2$% Verzinsung des Anlagekapitals konzessioniert wurde.

Dieser Zeit gehört die Entstehung der ersten schmalspurigen Bahn Preußens und Deutschlands (der Brölthalbahn) an.

Der gesamte Zuwachs an neuen Linien belief sich in der Periode 1851—1860 auf 5590,14 km.

Es wurden in diesem Zeitraum folgende wichtigere Linien eröffnet: 1851 die Lübeck-Büchen und die Fortsetzung der sächs.-böhm. Bahn bis Bodenbach, ferner die Strecke Reichenbach-Plauen, womit eine direkte Linie zwischen Leipzig und Süddeutschland hergestellt war, 1851—1852 im Osten die Verbindung mit Bromberg und Danzig und 1852 durch den Ausbau der kleinen Strecke Giessen-Lang-Göns die Verbindung von Straßburg und Mülhausen (1853 nach Ausbau der Strecke Bruchsal-Bretten auch von Stuttgart-Friedrichshafen) mit Frankfurt, Kassel, später mit Hannover, Bremen und Harburg. Es wurden weiter eröffnet: 1853 die Linie Kempten-Lindau, wichtig als Verbindung Süddeutschlands mit der Schweiz, und Paderborn-Warburg, durch welche die direkte Verbindung von Breslau mit dem Westen, anderseits des Südwestens mit dem Norden erreicht war, dann Braunsberg-Königsberg, 1854 Frankfurt a. M.-Würzburg-Schweinfurt, durch welche Sachsen und Bayern eine Verbindung mit der Rheingegend etc. erhielten, und Ulm-Augsburg, 1855 die Strecke Neuss-Köln, dann die Strecke Mainz-Straßburg (durch den Ausbau der Strecke Neustadt-Vendenheim geschlossen). 1856 wurde durch den Ausbau der Strecke Münster-, bezw. Osnabrück-Emden eine Verbindung des Südwestens mit der Nordseeküste, durch die Strecke Oberhausen nach Emmerich eine neue Verbindung mit Holland, durch die Strecke Göttingen-Kassel und Kreiensen-Börssum eine neue Verbindung der Rheinlande mit Berlin, endlich durch die Strecke Breslau-Posen die Verbindung von Breslau mit Stettin und Danzig hergestellt. 1857 wurde mit den Linien Frankfurt a. d. O.-Kreuz und Dirschau-Marienburg die kürzeste Verbindung Berlins mit Danzig und Königsberg hergestellt. In das Jahr 1858 fällt der Bau der Linien Rolandseck-Koblenz und Zwickau-Chemnitz, welch letztere eine neue Verbindung Berlins mit Süddeutschland eröffnete, dann der Linie Mainz-Aschaffenburg und Rosenheim-Kufstein. Im Jahr 1859 erfolgte der Ausbau der Linie Koblenz-Mainz, welche die kürzeste Verbindung Kölns mit der Schweiz herstellte (zugleich Überbrückung des Rheins zwischen Köln und Deutz), während durch die Linien Stargard-Köslin (Kolberg) Berlin eine neue Verbindung zur Ostsee erhielt. Die Linie Wittenberg-Halle kürzte den Schienenweg zwischen Berlin und Thüringen ab, die Zittau-Reichenberger Eisenbahn ergab eine neue Verbindung Schlesiens und Sachsens mit Österreich. 1860 wurde die bayrische Ostbahn von Passau nach Straubing gegen München, bezw. Regensburg und Nürnberg, die bayrische Staatsbahn von Rosenheim bis Salzburg und die preußische Ostbahn von Königsberg zur russischen Grenze fortgesetzt. Außer den großen Verbindungslinien wurden im Jahrzehnt 1851—1860 auch zahlreiche Verbindungsbahnen zur Ermöglichung des Übergangs der Güter aus einem Bahnhof zum anderen gebaut (Breslau, Berlin, Leipzig, Dresden, Frankfurt a. M., Köln) und trachtete man überdies Verbindungen zu Produktionsstätten herzustellen, um die direkte Übernahme der Frachten zu ermöglichen; auf diese Weise entstanden die Schleppbahnen (die erste seitens der oberschlesischen Eisenbahn).

In dieser Periode kamen einige, zum Teil durch Konkurrenz veranlaßte Fusionen vor; so übernahm die bergisch-märkische Eisenbahn 1854 den Betrieb der Prinz Wilhelms-Bahn, kaufte ferner 1857 die Düsseldorf-Elberfelder und die Rhein-Nahe-Bahn. Die rheinische Bahn kaufte 1857 die Köln-Bonner und 1864 die Köln-Crefelder Eisenbahn; die oberschlesische Eisenbahn übernahm 1857 den Betrieb der Stargard-Posener Eisenbahn.

Die Periode 1861—1870, welche zunächst unter den Nachwirkungen der politischen Verhältnisse des Jahrs 1859 zu leiden hatte, beginnt (in Preußen wenigstens) mit einem Systemwechsel. Die Lehre von der freien Konkurrenz und der Nichteinmischung des Staats in wirtschaftliche Angelegenheiten gewann die Oberhand. Man konzessionierte bis 1866 eine Reihe neuer Gesellschaften (Almelo-Salzbergener, Tilsit-Insterburger, Berlin-Görlitzer, ostpreußische Südbahn), darunter manche Konkurrenzlinien bestehender Bahnkomplexe.

Infolge der Kriege von 1863/64 und 1866 kam eine ganze Reihe von Privat- und Staatsbahnen zum preußischen Staatsbahnnetz hinzu (Hannover'sche, hessische und nassauische Eisenbahnen), außerdem übernahm der preußische Staat einzelne Bahnen in das Eigentum (hessische Nordbahn und Teilstrecke Nordhausen-Nüxei der Magdeburg-Leipziger Bahn.)

Die Umgestaltung der gesamten politischen Verhältnisse erweckte die Unternehmungslust. Der preußische Staat baute selbst Konkurrenzlinien, um die Macht der Staatsbahnen zu stärken. Dementgegen suchten sich die alten Bahngesellschaften einerseits durch Fusionen, anderseits durch Ausbau ihrer Linien zu stärken. Daneben wurden seit 1867 zahlreiche neue Ge-

sellschaften für kleinere Strecken, zum größten Teil Bahnen zweiter Ordnung, konzessioniert.

In Bayern begann sich in dieser Zeit in der öffentlichen Meinung ein Umschwung zu vollziehen, so daß schon die nächsten Gesetzentwürfe der Jahre 1861 und 1863 über neue Staatsbahnbauten ohne Schwierigkeiten in den Kammern durchdrangen.

In Sachsen wurden in diesem Zeitabschnitt mehrere Privatbahnen konzessioniert und einzelne davon in Staatsbetrieb genommen; außerdem übernahm der Staat einige Privatbahnen in sein Eigentum, so die Alberts-Bahn und die Zweigbahn Borna-Kieritzsch.

Baden übernahm in dieser Periode mehrere von Privaten gebaute Zweigbahnen. Der Zuwachs an neuen Bahnen betrug in der Periode 1861—1870 nicht weniger als 7991,08 km.

An wichtigeren Linien wurden in diesem Jahrzehnt geschaffen: 1861 Bromberg-Thorn, 1862 Bremen-Geestemünde, 1863 Crefeld-Cleve (gegen Holland), Waldshut-Konstanz und Angermünde-Stralsund, 1864 Nordschleswig'sche Eisenbahn und Würzburg-Ansbach, 1864—1865 die braunschweigischen Strecken Büddenstedt-Trendelbusch, bezw. Kreiensen-Holzminden, 1864 bis 1867 die Strecke Güstrow-Pasewalk der Linie Schwerin-Stettin, 1865 Hamburg-Lübeck, 1865 bis 1867 Halle-Nordhausen-Göttingen, 1866 bis 1867 Berlin-Görlitz, 1867 Bremen-Wilhelmshafen, 1868 Börssum-Jerxheim, 1869 Nordhausen-Erfurt, 1870 Posen-Frankfurt a. O. und Guben-Bentschen, Cottbus-Großenhain, Danzig-Stolp und Lübeck-Kleinen. Württemberg baute in diesem Jahrzehnt u. a. die obere Neckar-, die Kocher- und Tauberbahn, dann Teile der oberen Donau-, Rems-, Allgäu- und Schwarzwaldbahn; Bayern die Strecken Oberkotzau und Herlasgrün-Eger, Schwandorf-Furth (österr. Grenze), Nürnberg-Würzburg-Badische Grenze und die pfälzische Nordbahn.

Nach Beendigung des deutsch-französischen Kriegs 1870/71, welcher das deutsche Eisenbahnnetz um das wohlausgebaute, seit 1852 mit den deutschen Eisenbahnen in direktem Anschluß stehende Eisenbahnnetz Elsaß-Lothringens vermehrte (dasselbe wird seither für Rechnung des Reichs verwaltet), entwickelte sich eine geradezu fieberhafte Bauthätigkeit, welche durch die Nachwirkungen der finanziellen Krise von 1873, nur vorübergehend, eingeschränkt wurde.

In den auf 1875 folgenden fünf Jahren hatte das deutsche Eisenbahnnetz einen Zuwachs von 5760,56 km erfahren und war hiermit dessen Länge auf 33 694,65 km gestiegen. Seitdem entwickelte ganz Deutschland sein Eisenbahnsystem in doppelter Richtung; einerseits wurden Projekte, welche den vollständigen Ausbau der Netze der verschiedenen Staaten anstrebten, aufgestellt und durchgeführt, wobei die militärische Einheit der deutschen Länder den Grundgedanken bildete, anderseits wurde das Staatsbahnsystem weiter verfolgt und die Erwerbung von Privatbahnen allenthalben mit Energie fortgesetzt.

Dies gilt in erster Linie von Preußen, wo die Erkenntnis der mit dem gemischten System verbundenen wirtschaftlichen Nachteile die Regierung veranlaßte, einen entscheidenden Schritt zur Verstaatlichung der Privatbahnen zu unternehmen.

Dieselbe legte, nachdem bereits 1875—1877 die pommerische Centralbahn, die Berliner Nordbahn, die Halle-Kasseler, die hinterpommerische Linie der Berlin-Stettiner, die Halle-Sorau-Gubener und die Berlin-Dresdner Eisenbahn in Staatsbetrieb genommen, bezw. angekauft worden waren, dem Abgeordnetenhaus am 29. Oktober 1879 einen Gesetzentwurf, betreffend die Verstaatlichung der Berlin-Stettiner, Magdeburg-Halberstädter, Hannover-Altenbeckner und Köln-Mindner Bahn, also derjenigen Eisenbahnunternehmungen vor, deren Linien besonders geeignet erschienen, jene des Staatseisenbahnnetzes zu ergänzen und eine zweckmäßige Verkehrsleitung zu ermöglichen.

Durch die Annahme dieser am 20. Dezember 1879 zum Gesetz erhobenen Vorlage war die weitere Entwicklung der preußischen Eisenbahnpolitik auf dem nunmehr eingeschlagenen Weg von selbst gegeben und wurde dieser im letzten Jahrzehnt mit größter Thatkraft verfolgt.

Im Jahr 1880 wurden in Preußen außerdem die Rheinische, Berlin-Potsdam-Magdeburger und die Homburger Eisenbahn verstaatlicht.

Auch einige deutsche Mittelstaaten, welche bis dahin ein gemischtes System hatten, gingen in den Jahren 1870/80 zum reinen Staatsbahnsystem über, so insbesondere Bayern und Sachsen. Bayern erwarb 1875 die Ostbahnen und ist daselbst nunmehr, abgesehen von der Pfalz, ein zusammenhängendes, einheitliches Staatseisenbahnnetz vorhanden, während Sachsen die Leipzig-Dresdner Bahn (1876), sowie die die Mehrzahl der anderen Privatbahnen in diesem Jahrzehnt verstaatlichte, darunter die Löbau-Zittauer (1871), die sächsisch-thüringische Eisenbahn, Chemnitz-Aue-Adorf, Zwickau-Falkenstein, Chemnitz-Komotau und Greiz-Brunner Eisenbahn (1876), die Gößnitz-Geraer, die sächsisch-böhmische Verbindungsbahn und die Muldenthalbahn (1878). Baden kaufte 1879 die Freiburg-Alt-Breisacher Bahn, Hessen 1875 die oberhessische Eisenbahn, Elsaß-Lothringen 1871 die Eisenbahn Kolmar-Münster. In den übrigen größeren deutschen Staaten ist das Staatsbahnsystem schon früher überwiegend gewesen.

In zwei deutschen Staaten vollzog sich in den siebziger Jahren infolge eigentümlicher, politischer Verhältnisse der betreffenden Länder ein Übergang von Staatsbahnen an Gesellschaften, und zwar in Braunschweig, woselbst die Staatsbahnen 1870 verkauft wurden und in den beiden Mecklenburg, wo 1878 die dem Großherzog von Mecklenburg-Schwerin gehörigen Bahnen an ein Konsortium verkauft wurden, welches dieselben an die neugebildete mecklenburgische Friedrich Franz-Eisenbahn übertrug. (Letztere wurde 1889 verstaatlicht.)

Was die in diese Periode fallenden Fusionen betrifft, so kaufte die bergisch-märkische Eisenbahn 1863 die Prinz Wilhelm-Bahn, 1866 die Aachen-Düsseldorfer und die Ruhrort-Crefeld-Kreis Gladbacher Eisenbahn, 1868 die hessische Nordbahn; es übernahm ferner die Magdeburg-Halberstädter 1863 die Magdeburg-Wittenberger- und 1864 die Köthen-Bernburger Eisenbahn. Die Altona-Kieler Eisenbahn kaufte 1863 die Rendsburg-Neumünster Eisenbahn, ferner die anschließenden ostholsteinischen und schleswigischen Eisenbahnen; die oberschlesische Eisenbahn übernahm 1866 die Stargard-Posener, 1870 die Neisse-Brieger, die Wilhelms-Bahn und die niederschlesische Zweigbahn.

Die wichtigeren Durchzugslinien, welche von 1871—1880 gebaut wurden, bezweckten zumeist Abkürzungen bestehender Schienenwege; so wurden abgekürzt: 1871 die Route München-Wien (durch die Strecke München-Simbach), die Route Berlin - Hannover (über Stendal), 1872 Breslau - Danzig (über Posen - Bromberg), 1873 Berlin-Königsberg (über Konitz-Pr. Stargard), Breslau, bezw. Sachsen - Insterburg (über Inowrazlaw), die Route Berlin-Bremen (über Salzwedel, Langwedel), Bremen-Westfalen (über Osnabrück), 1874 Frankfurt a. M.-Passau (über Regensburg), Berlin - Bremen (über Lüneburg), Breslau-Frankfurt a. O. (über Glogau) und Breslau-Kassel (über Torgau), Karlsruhe-Konstanz (über Villingen-Hausach), 1875 Berlin - Dresden (über Elsterwerda), Breslau-Braunschweig-Hannover (über Falkenberg), Breslau-Frankfurt a. O. (über Gassen), 1877 Berlin-Stralsund (über Neubrandenburg), Breslau - Stettin (über Küstrin), 1879 Berlin - Kassel (über Blankenheim) und Kassel - Trier (durch die Schlußstrecke der sog. Berlin-Metzer Bahn), Breslau-Koblenz (über Stettin). Zu bemerken wäre ferner die im Jahr 1871 erfolgte Eröffnung der Berliner Ringbahn, sowie die 1875 erfolgte Verbindung mit dem nördlichsten Punkte Deutschlands (Memel).

Infolge der zunehmenden Macht der Staatsbahnen versuchten die Gesellschaftsbahnen durch Vereinigungen mit größerem Erfolg dem Druck des Staatsbahnnetzes entgegen zu treten. Der Staat bewilligte solche Fusionen nur ausnahmsweise und unter besonderen Bedingungen. So übernahm die Magdeburg - Halberstädter 1872 die Magdeburg - Leipziger und 1873 die notleidende Hannover-Altenbeckner Eisenbahn. Die Berlin-Anhalter Eisenbahn kaufte 1878 die Oberlausitzer Eisenbahn.

Der Linienzuwachs betrug von 1871—1880 14 057,07 km; die gesamte Längenausdehnung des deutschen Bahnnetzes betrug am Ende des Jahrs 1880: 33 694,65 km.

Die Zeit von 1881 bis zur Gegenwart ist durch den Bau von Nebenbahnen einerseits, und die fortschreitende Verstaatlichung von Privatbahnen anderseits gekennzeichnet. Während in der vorangegangenen Epoche des Eisenbahnwesens zunächst solche Strecken gebaut worden waren, welche behufs größtmöglicher Einträglichkeit die Landeshauptstädte, die Mittelpunkte der großen Industrie und die erz- und kohlenreichen Gegenden oftmals in nichts weniger als geraden Linien verbanden, späterhin aber auch die wichtigeren Abkürzungs- und Zwischenlinien zu stande gekommen waren, handelte es sich in dem letzten Jahrzehnt hauptsächlich um den Anschluß solcher Orte und Gegenden, welche abseits gelegen und dadurch vom großen Verkehr ganz ausgeschlossen waren.

Behufs Einbeziehung solcher Gegenden in den Eisenbahnverkehr wurden Bahnen mit möglichster Einschränkung der Baukosten gebaut, welche vorwiegend örtlichen Zwecken zu dienen hatten und Lokal-, Nebenbahnen genannt wurden. Die Länge derselben wuchs (abgesehen von den Schmalspurbahnen) von 3247 km im Jahr 1880 auf 9110 km im Jahr 1888/89.

Zur Ermöglichung des Zustandekommens derartiger Bahnen, bei denen die Schmalspur (so in Sachsen, Schlesien, Hessen etc.) immer größere Anwendung findet, wurden in mehreren Staaten besondere Lokalbahngesetze erlassen, welche unter Voraussetzung bestimmter Leistungen seitens der Interessenten (unentgeltliche Abtretung des nötigen Grunds etc.) die staatliche Unterstützung zusicherten, bezw. den Bau solcher Bahnen von Staatswegen anordneten. Es sei in dieser Richtung auf die in Bayern (bereits im Jahr 1869), Preußen und Hessen zu stande gekommenen Lokalbahngesetze, ferner auf die mecklenburgischen Normativbestimmungen für die Bewilligung von Unterstützungen aus Landesmitteln zum Bau von Neben- und Sekundärbahnen (1879) hingewiesen. Aber auch in den anderen deutschen Staaten tritt die Nebenbahnfrage immer mehr in den Vordergrund und findet bei den Regierungen jedwede Unterstützung und Förderung.

Was die Verstaatlichung anbelangt, so nähert sich dieselbe mit Ende des letzten Jahrzehnts ihrem Abschluß. In Preußen wurden verstaatlicht: 1882 die bergisch - märkische, thüringische, Berlin-Görlitzer, Cottbus-Großenhainer, Märkisch-Posener, Rhein-Nahe- und Berlin-Anhalter Bahn; 1884 die oberschlesische, Breslau - Schweidnitz - Freiburger, rechte Oder-Uferbahn, Altona-Kieler und Posen-Kreuzburger, Berlin-Hamburger, Oels-Gnesener und Tilsit-Insterburger Eisenbahn; 1885 die Halle-Sorau-Gubener, Münster-Enscheder, die braunschweigische und die schleswig'schen Eisenbahnen; 1887 die Berlin-Dresdner, Nordhausen-Erfurter, Oberlausitzer, Angermünde-Schwedter und Aachen-Jülicher; 1890 die westholsteinische, die schleswig-holsteinische Marschbahn, Unterelbe'sche und Wernshausen - Schmalkaldener Eisenbahn.

Sachsen kaufte 1882 die Linien der Chemnitz - Würschnitzer und die sächsisch - thüringische Eisenbahn, Sachsen-Coburg-Gotha 1875 die Bahn von Gotha nach Ohrdruf, Mecklenburg 1889 die Friedrich Franz-Bahn, die Bahnen Güstrow-Plau, Gnoien-Teterow und Wismar-Rostock.

Die Fortschritte des Staatsbahnsystems in Deutschland sind aus nachfolgender Tabelle zu ersehen:

Jahr	Staatsbahnen	Privatbahnen unter Staatsverwaltung	Privatbahnen in eigener Verwaltung	Zusammen
	km	km	km	km
1838	11,8	—	128,7	140,5
1840	46,8	—	502,1	548,9
1845	583,6	—	1 720,4	2 304,0
1850	2 092,4	501,3	3 450,6	6 044,3
1855	4 024,5	565,3	3 699,2	8 289,0
1860	5 229,1	1 366,6	5 064,4	11 660,1
1865	6 747,1	1 570,7	6 488,5	14 806,3
1870	8 598,2	2 996,7	8 099,4	19 694,3
1880/81	22 325,3	3 737,5	7 644,8	33 707,5
1885/86	32 568,04	462,79	4 240,23	37 271,06
1888/89	35 230,02	103,94	4 748,76	40 082,72

In Süddeutschland bestehen nur noch zwei bedeutendere Privatbahnen, und zwar die hessische Ludwigs-Bahn (696 km) und die pfälzischen Eisenbahnen (663 km). Die größeren Privatbahnen Norddeutschlands liegen fast ausschließlich in Preußen (darunter die ostpreußische Südbahn mit 261 km), und ist der Staat bei den meisten derselben finanziell beteiligt.

Von wichtigen Strecken, welche seit 1881 eröffnet wurden, sind zu nennen: Kiel-Flensburg (1881), Harburg-Kuxhafen (1881), Stargard-Küstrin und Altdamm-Kolberg (1882), Stuttgart-Offenbach (über Eberbach) (1882), Wismar-Rostock (1883), Ludwigslust-Friedland (1885), Badische Höllenthalbahn (1887), Oppeln-Neisse (1887), Ziegenhals-Österr. Grenze (1888); außerdem die bedeutenden, zumeist aus strategischen Rücksichten in Ostpreußen erbauten Linien von fast 900 km Länge, darunter Thorn-Marienburg, Jablonowo-Soldau-Allenstein, Allenstein-Johannisburg und Kobbelbude, Posen-Wreschen-Stralkowo, Gnesen-Nakel und Jarotschin-Rogasen-Inowrazlaw.

Das normalspurige Eisenbahnnetz Deutschlands hatte von 1880 bis März 1889 eine Vermehrung um 6389 km erfahren und umfaßte in letzterem Zeitpunkt rund 40 083 km.

Im Lauf des Jahrs 1889 erfuhr das deutsche Eisenbahnnetz eine weitere Vermehrung um 921,88 km, wovon auf Staatsbahnen 795,75 km, auf Privatbahnen 126,13 km entfallen. Mit Schluß des Jahrs 1889 hatte das deutsche Eisenbahnnetz — die schmalspurigen Linien abgerechnet — eine Gesamtlänge von 40 947,11 km.

Die Verteilung des deutschen Eisenbahnnetzes auf die einzelnen Staaten ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen, aus welcher zugleich der Zeitpunkt der Eröffnung der ersten Eisenbahn in den betreffenden Staaten und die Länge des heutigen Eisenbahnnetzes derselben ersichtlich ist.

Bezeichnung des Staats	Eröffnung der ersten Bahnstrecke			Länge des Netzes am 1. April 1889
	Jahr	Bezeichnung	Länge	
			km	km
Herzogtum Anhalt	1840	Teilstrecke der Magdeburg-Leipziger Eisenbahn	44,2	247,57
Großherzogtum Baden	1840	Mannheim-Heidelberg	18,5	1 401,59
Königreich Bayern	1835	Nürnberg-Fürth	6,0	5 344,49
Herzogtum Braunschweig	1838	Braunschweig-Wolfenbüttel	11,8	426,99
Freie und Hansestadt Bremen	1847	Teilstrecke der Wunstorf-Bremen Eisenbahn	6,4	44,99
Reichslande Elsaß-Lothringen	1839	Mülhausen-Thann	20,6	1 319,33
Freie und Hansestadt Hamburg	1842	Hamburg-Bergedorf	14,4	37,91
Großherzogtum Hessen	1840	Teil der Taunusbahn	8,3	912,78
Fürstentum Lippe-Detmold	1872	Teilstrecke der Hannover-Altenbeckner Eisenbahn	7,5	29,30
Freie und Hansestadt Lübeck	1851	Teilstrecke der Lübeck-Büchener Eisenbahn	9,6	46,90
Großherzogtum Mecklenburg-Schwerin	1846	Teilstrecke der Berlin-Hamburger Eisenbahn	81,4	888,94
Großherzogtum Mecklenburg-Strelitz	1864	Teilstrecke der Güstrow-Neubrandenburger Eisenbahn	7,6	182,32
Großherzogtum Oldenburg	1859	Teilstrecke der Rhein-Nahebahn	3,6	399,12
Königreich Preußen	1838	Teilstrecke der Berlin-Potsdamer Eisenbahn	14,1	24 047,99
Fürstentum Reuß, ältere Linie	1865	Greiz-Brunner Bahn	8,8	35,35
Fürstentum Reuß, jüngere Linie	1859	Teil der Strecke Weißenfels-Gera d. thüring. Bahn	10,9	56,96
Königreich Sachsen	1837	Leipzig-Althen	9,9	2 134,83
Herzogtum Sachsen-Altenburg	1842	Teilstrecke der sächs.-bayr. Eisenb. Leipzig-Hof	9,9	164,63
Herzogtum Sachsen-Koburg-Gotha	1847	Teilstrecke der Stammstrecke der thüring. Eisenbahn	42,6	174,76
Herzogtum Sachsen-Meiningen	1858	Werrabahn (Eisenach-Koburg)	99,2	195,21
Großherzogtum Sachsen-Weimar-Eisenach	1847	Teilstrecke der thüring. Eisenbahn	29,1	311,28
Fürstentum Schaumburg-Lippe	1847	Hannover-Minden	24,7	24,32
Fürstentum Schwarzburg-Rudolstadt	1871	Pößnek-Saalfeld-Eichicht der Zweigbahn Gera-Eichicht der thüring. Eisenbahn	4,6	30,29
Fürstentum Schwarzburg-Sondershausen	1867	Neudietendorf-Arnstadt, Zweigbahn der thüringischen Eisenbahn	1,9	78,65
Fürstentum Waldeck	1874	Bredelar-Martenberg (ursprünglich Grubenbahn)	3,8	9,90
Königreich Württemberg	1845	Kannstadt-Untertürkheim d. Strecke Heilbronn-Ulm-Friedrichshafen	3,7	1 460,79

II. Geographisches (von Dr. M. Haushofer). Die Weltlage des Deutschen Reichs weist auf die Verbindung zwischen West- und Osteuropa, auf den Durchzug von Osteuropa zum atlantischen Ocean und auf die Vermittlung zwischen den nordeuropäischen Meeren und dem mittelländischen Meere hin. Damit ist die Notwendigkeit der Seestädte an den Strommündungen der Nord- und Ostsee gegeben, ebenso die Ver-

dichtung des Verkehrs im Nordwesten, die Entstehung großer Weltverkehrslinien von der Nordsee und vom Rhein her in der Richtung auf Wien, von der Nordsee in der Richtung auf Italien.

Unter diesen Verkehrslinien heben wir namentlich hervor die im Rheinthal entlang laufende mit den wichtigen Verkehrsmittelpunkten Wesel, Düsseldorf, Köln, Mainz, Straßburg, Basel. Eine zweite nordsüdliche Hauptverkehrsader führt von Berlin über Nürnberg und München nach dem Brenner zu und nimmt in Nürnberg die von Hannover, bezw. von Bremen und Hamburg her kommenden Linien auf. Unter den ostwestlichen Weltverkehrslinien erscheinen als die wichtigsten die aus Rußland über Insterburg nach Berlin und von hier über Vliessingen nach London, über Düsseldorf nach Paris; dann die Linien von Wien über Frankfurt und Köln nach London, sowie über München und Avricourt nach Paris.

Den deutschen Strömen ist ein bedeutender Einfluß bei der Gestaltung des deutschen Eisenbahnnetzes zuzuschreiben.

Am klarsten erkennbar ist er im Rheinthal, welches jetzt von der Mündung des Rheins in die Nordsee bis in die Nähe des Bodensees hinauf an beiden Stromufern Parallelbahnen zeigt, die sich den Ufern bald nähern, bald sich von ihnen entfernen. Wo das Rheinthal durch seine begleitenden Bergzüge verengt wird, drängen sich auch die Rheinthalbahnen zusammen, wie zwischen Mainz und Bonn und weiter oben bei Basel. Und wie der Strom selbst, so erhalten auch seine Thalbahnen ihre Zweige in den Thälern der Zuflüsse.

Bei der kleineren Ems erscheint, da sie durch dünnbevölkerte Gegenden führt und der Industrieplätze entbehrt, welche der Rhein in so reichem Maße besitzt, nur eine begleitende Bahn.

Ebenso zieht sich dem Main entlang, zumeist dicht an demselben eine Bahn hin und verläßt das Flußgebiet nur zwischen Wertheim und Miltenberg; von Hanau an finden wir an beiden Ufern des Mains Bahnen.

Bei der Weser ist das Verhältnis anders. Da zeigt sich die begleitende Linie nur am unteren Lauf, von Nienburg abwärts, weiter oben wird sie vom Fluß abgelenkt durch den wichtigen Knotenpunkt Hannover.

Die Donau wird nahezu auf ihrem ganzen Lauf von Donaueschingen bis Passau von einem bald am rechten, bald am linken Ufer geführten Schienenstrang begleitet, welcher nur zwischen Tuttlingen und Sigmaringen fehlt.

Die Elbe zeigt im größten Teil ihres Laufs begleitende Bahnen, häufig an beiden Seiten, manchmal unterbrochen. Bis über Josefstadt in Böhmen hinaus läßt sich diese Begleitung verfolgen und ist schon in Böhmen bis zur sächsischen Grenze teilweise eine doppelte. In Sachsen behält die Elbe ihre Bahnbegleitung einfach bis Riesa, dann entbehrt sie derselben bis Wittenberg. Von hier aber hat sie wieder ihre Thalbahn bis Magdeburg auf dem rechten, von Magdeburg bis Wittenberge auf dem linken, dann wieder auf beiden Ufern. Sie wird dabei stellenweise ziemlich weit verlassen, bis endlich von Hamburg abwärts zwei Bahnen, die eine nach dem westlichen Holstein, die andere bis Cuxhafen den zum Meer gewordenen Strom säumen.

Es ist leicht begreiflich, warum im Tiefland an der Oder die den Strom begleitenden Bahnen nicht den Windungen des Flusses unmittelbar folgen, sondern sich ihm nur dann nähern, wenn sie an seinem Ufer Städte finden. So ist die Oder durch Eisenbahnen von Stettin bis Küstrin doppelt begleitet; von Küstrin aufwärts treffen Bahn und Strom zusammen bei Frankfurt a. O. und allen größeren Oderplätzen bis über die österreichische Grenze.

Neben den Strömen sind es selbstverständlich die Gebirge, welche einen hervorragenden Einfluß, freilich in abweisender Richtung, auf die Entwicklung des deutschen Eisenbahnnetzes nehmen mußten. Wie sich dieser Einfluß geltend machte, ist heutzutage kaum mehr bemerkbar. Noch 1870 zeigte die deutsche Eisenbahnkarte auffallende Lücken in der Gegend der deutschen Gebirge. Heute sind diese Lücken so gering geworden, daß sie sich kaum mehr von der Größe der übrigen Maschen des deutschen Eisenbahnnetzes unterscheiden.

Dagegen lassen sich gewisse Unterschiede in der Regelmäßigkeit und in der Dichtigkeit des deutschen Eisenbahnnetzes noch deutlich bemerken. Es treten einzelne Gebiete hervor, in welchen das Eisenbahnnetz eine außergewöhnliche Dichtigkeit, und andere, in welchen es eine auffallende Regelmäßigkeit aufweist. Mit Rücksicht auf diese Unterschiede lassen sich folgende Gruppen im deutschen Eisenbahnnetz erkennen:

1. Die norddeutsche Gruppe ist die am regelmäßigsten ausgebildete. Sie allein hat einen unverkennbaren Mittelpunkt in der Reichshauptstadt, von welcher strahlenförmig zahlreiche Linien in ziemlich gerader Richtung auslaufen. Die norddeutsche Gruppe unterscheidet sich vom übrigen deutschen Eisenbahnnetz deutlich durch ihre weit größeren Lücken, welche eine leichtere Übersicht gestatten.

Von Berlin aus laufen zwei Linien, jede sich verzweigend, unmittelbar nach Norden. Eine andere zieht nordwestlich zur Nordsee und bildet unterwegs in Wittenberge, Büchen, Lüneburg, Harburg etc. kleinere Mittelpunkte mit Abzweigungen bis nach Dänemark, während die Hauptrichtung dem Elbthale bis nach Hamburg folgt.

Eine westlich von Berlin ausgehende Linie bildet in Stendal abermals einen kleinen Knotenpunkt und zieht dann weiter nach Bremen und Emden. Eine südwestliche Linie läuft nur bis Magdeburg und verliert sich hier in dem Gewirr der mitteldeutschen Gruppe; ebenso eine von dieser unweit von Berlin nach Südwesten abzweigende Linie. Noch eine dritte, gleichfalls südwestliche Linie verliert in Halle die ursprüngliche Richtung. Nach Süden ziehen zwei Linien; aber auch diese nur kurze Zeit in bestimmter Richtung, welche sie in Sachsen ganz verlieren. Nach Osten hin wird aber das norddeutsche Eisenbahnnetz sehr regelmäßig; denn die beiden Linien, welche Berlin dahin aussendet, verzweigen sich in Küstrin und in Frankfurt a. O. und geben zwei südöstliche und zwei nordöstliche Linien, von welchen erstere in das schlesische Netz einmünden, während letztere in Posen, Thorn, Dirschau, Königsberg und Insterburg kleinere Knotenpunkte bilden und nach Rußland zu verzweigen. Eine letzte Linie endlich, nach Nordosten,

findet mehrere Verzweigungen nach den Ostseehäfen.

Die regelmäßige Entwicklung der norddeutschen Gruppe hat ihre Gründe teils in der Gunst des Bodens, welcher vom Zuidersee bis zur russischen Grenze eine ausgedehnte Fläche darbot, teils in der großen Gleichförmigkeit der volkswirtschaftlichen Erzeugnisse, welche überall landwirtschaftliche Bevölkerung mit ihren einfachen Verkehrsbedürfnissen erwachsen ließ, teils auch in den politischen Verhältnissen, welche nur hier den Verkehr einigermaßen aus der kleinstaatlichen Zerrissenheit des übrigen Deutschland erretteten.

Die ganze norddeutsche Gruppe wird beherrscht von dem Netz der kgl. preußischen Staatsbahnen, welche bis an die Ostsee, nach Memel und an die russischen Grenzen, nach Oberschlesien, an die österreichische Grenze, südlich an das sächsische Eisenbahnnetz und im Südwesten an die thüringischen Privatbahnen reichen. Die Linien der preußischen Staatsbahnen erstrecken sich bis an das elsaß-lothringische Bahnnetz und bilden, ungemein dicht verzweigt, die niederrheinische Gruppe des deutschen Bahnnetzes im Nordosten des Reichs. Zwischen den preußischen Staatsbahnen zeigt das norddeutsche Eisenbahnnetz noch spärliche Privatbahnen; so namentlich auf oldenburgischem Gebiet und in Ostpreußen.

2. Die mitteldeutsche Gruppe läßt nicht wie die norddeutsche einen entschiedenen, herrschenden Knotenpunkt erkennen, sondern stellt sich nur als ein Bindeglied zwischen dem Osten und Westen dar.

Die mitteldeutsche Gruppe liegt zwischen den Städten Hannover, Magdeburg, Halle, Naumburg, Erfurt, Eisenach, Kassel und Driburg. Gegen Norden ist ihre Abgrenzung deutlich erkennbar; denn da beginnen sofort jene großen Lücken des Eisenbahnnetzes, welche sich vom Zuidersee im Westen über die ganze norddeutsche Tiefebene hinziehen. Westlich grenzt die mitteldeutsche Gruppe an jene des Niederrheins; die Abgrenzung wird deutlicher erst im Südwesten, wo sich eine große Lücke gegen den Rhein hinzieht, welche sich, wenn auch durch einige südnördliche Linien unterbrochen, nach Osten fortsetzt bis in die thüringischen Länder. In den sächsischen Herzogtümern aber ist bald keine Grenze des mitteldeutschen Netzes gegen das sächsische mehr zu finden, sondern beide Gruppen sind durch zahlreiche Linien verschmolzen, welche namentlich in Halle und Magdeburg äußerst verkehrsreiche Knotenpunkte geschaffen haben.

Auch in der mitteldeutschen Gruppe sind die preußischen Staatsbahnen herrschend; im Süden derselben (Thüringen) finden sich kleinere Privatbahnen, so die Saal-Eisenbahn, Werra-Bahn, Weimar-Geraer Bahn.

3. Die sächsische Gruppe ist ein von den sächsischen Staatsbahnen beherrschtes Gebiet mit den Knotenpunkten Leipzig, Dresden und Gößnitz.

Zwischen diesen Knoten und um sie her gruppiert sich ein dichtgespanntes Netz, vom übrigen deutschen Eisenbahnnetz getrennt durch einige große Lücken. Eine solche Lücke dehnt sich im Nordosten des Königreichs in Brandenburg entlang und findet ihre Fortsetzung in dem dünnbevölkerten und verkehrsarmen nordöstlichen Deutschland. Mitten durch diese Lücke zieht sich die Radeberg-Kamenzer Linie und die Linie Cottbus-Großenhain. Südlich von dieser Lücke vermittelt die sächsisch-schlesische Linie der sächsischen Staatsbahnen den lebhaften Verkehr zwischen Sachsen und Schlesien und die sächsisch-böhmische Linie den Verkehr zwischen Norddeutschland und Böhmen. Westwärts von da zeigt sich eine zweite kleinere Lücke, welche das sächsische Bahnnetz vom böhmischen trennt. Sie wird in natürlicher Weise hergestellt durch das sächsisch-böhmische Erzgebirge, und die Karte zeigt, wie das sächsische Netz eine Reihe von Sackbahnen in die Thäler des Erzgebirgs hinaufsendet, während nur die Linie Chemnitz-Annaberg-Weipert und Flöha-Reitzenhain die Lücke durchbrechen.

Westlich von dieser Lücke bahnen sich abermals zwei sehr verkehrsreiche Linien, Leipzig-Hof und Leipzig-Eger, den Weg zum süddeutschen Eisenbahnnetz; zwischen Werdau und Herlasgrün ist der eigentliche Durchbruch der sächsischen Gruppe nach Südwesten. Der internationale Charakter dieses Durchbruchs leidet allerdings unter seinen zahlreichen Krümmungen und Umwegen. Ausläufer nach Südwesten sendet die sächsische Gruppe gegen Klingenthal und Voitersreuth.

Nun folgt abermals eine Lücke, die westliche, gebildet durch die waldreichen thüringischen Länder. Diese Lücke wird indessen auch durch eine große Linie durchbrochen: Leipzig-Erfurt-Eisenach. Nördlich von dieser Lücke folgt sodann die dritte große Durchbruchsstelle von Leipzig in der Richtung auf Halle und westwärts zum Rhein, nordwestlich zur Nordsee und nördlich nach Berlin.

So entsprechen den drei Mittelpunkten der sächsischen Gruppe auch die drei Durchbruchsstellen nach außen hin. Jene drei Knotenpunkte selbst stehen untereinander in äußerst lebhaftem Verkehr. Während der nordwestliche und der östliche Knotenpunkt der sächsischen Gruppe, der erstere als lebhafte Handelsstadt, der letztere als Residenz und Regierungssitz, ihre Linien strahlenförmig von einem Mittelpunkt auslaufen lassen, ist der südwestliche Knoten decentralisiert; er zerfällt in eine Gruppe kleinerer Knotenpunkte: Chemnitz, Zwickau, Werdau und Gößnitz, getreu seinem Charakter als Industriebezirk.

4. Die niederrheinische Eisenbahngruppe überspannt das industriereichste, regsamste Gebiet des Deutschen Reichs mit einem überaus dichten und stark verästelten Netz. Die Gruppe liegt zu beiden Seiten des Rheins; in ihrem Herzen liegen die Städte: Düsseldorf, Elberfeld, Barmen, Duisburg, Mühlheim, Essen, Bochum, Dortmund, Crefeld. Etwas mehr nach dem Umfang der Gruppe: Köln, Iserlohn, Hamm, Wesel, Kempen, Osnabrück, Minden und Paderborn, Koblenz, Aachen gegen das belgische und Emmerich gegen das niederländische Eisenbahnnetz zu. Kommerziell herrscht in dieser Gruppe die Stadt Köln, obgleich Düsseldorf entschiedener als Knotenpunkt hervortritt. Vor der Verstaatlichung der großen deutschen Privatbahnen war diese Gruppe von den Linien der Köln-Mindner und der bergisch-märkischen Bahn, sowie verschiedener anderer Privatbahnen beherrscht. Jetzt überwiegen auch hier die preußischen Staatsbahnen, zwischen welchen nur

noch wenige Privatbahnen, wie namentlich die Dortmund-Enscheder Eisenbahn ein bescheidenes Dasein führen. Belebt wird der Verkehr der niederrheinischen Gruppe durch die internationalen Transportrichtungen, welche aus Deutschland über die Niederlande nach England, aus Rußland und Skandinavien nach Paris führen; daneben aber auch durch die überaus rührige und hoch entwickelte Industrie und den Bergbau Westfalens und der Rheinprovinz.

5. Die oberrheinische Gruppe ist ein Gebiet, welches im ganzen einen südnördlich gedehnten Stamm mit Zweigen darstellt. Die Hauptknotenpunkte dieses Stamms sind: im Norden das Dreieck Mainz-Frankfurt-Darmstadt, weiter nach Süden Mannheim, ferner Karlsruhe, dann Straßburg - Kehl - Appenweier und endlich Basel. Durch den Lauf des Rheins ist die Gruppe in zwei Hälften geteilt. Die westrheinische umfaßt die elsaß-lothringischen, die Pfälzer und die südlichsten Linien der Rheinprovinz, sowie einen Teil der Hessen-Darmstädter Linien; die östliche Hälfte umfaßt im Norden preußische Staatsbahnen, die Knotenpunkte Frankfurt und Darmstadt mit ihren Verzweigungen, im Süden die badischen Bahnen. Beide Hälften stehen bei Mainz, Worms, Speier, Germersheim, Mannheim, Karlsruhe, Straßburg, Breisach, Müllheim und Basel in Verbindung. Die Grenzen der Gruppe sind fast überall scharf gekennzeichnet. Ihre nördliche Grenze bilden Hundsrück und Taunus mit dem ungemein eigenartigen, durch die Rheinschiffahrt und die beiden Rheinuferbahnen gebildeten kommerziellen Durchbruch nach der niederrheinischen Gruppe zu. Im Nordwesten wird die Gruppe begrenzt durch die Reichsgrenze gegen Luxemburg mit den Durchbrüchen von Trier und Diedenhofen auf Luxemburg. Die westliche Grenze fällt mit der Reichsgrenze gegen Frankreich zusammen und enthält die westlichen Durchbrüche von Diedenhofen gegen Sedan, von Metz gegen Verdun, von Straßburg gegen Nancy und die mehrfach verzweigte Durchbruchslinie von Mülhausen gegen das mittlere Frankreich.

Die Südgrenze der Gruppe fällt in der Hauptsache mit dem Rhein und der Schweizergrenze zusammen und zeigt zwei Durchbruchspforten, Basel und Waldshut. Bei der ganzen südnördlichen Erstreckung der Gruppe ist es begreiflich, daß, wie die nördliche, so auch die südliche Durchbruchspforte von größter Wichtigkeit sind. Denn während der Verkehr durch das nördliche Thor der Gruppe stark genug ist, um den größten schiffbaren Strom Deutschlands und außerdem zwei der ausgeprägtesten Konkurrenzlinien an seinen Ufern zu beschäftigen, verläßt am südlichen Ausfallsthor der durchgehende Bahnverkehr das Rheinthal, dessen veränderte Richtung ihm nicht mehr paßt und wendet sich über die Schweizer Bahnen südwestlich gegen Genf und südöstlich gegen den Gotthard und Italien. Im Südosten hat die Gruppe abermals einen bezeichnenden Grenzpunkt in Konstanz. Ihre Ostgrenze gegen das süddeutsche Eisenbahnnetz ist weniger scharf ausgeprägt; sie läuft vom Bodensee nordwestlich zum Schwarzwald und wird dann fast unkenntlich, bis der Odenwald und der Spessart wieder eine deutlichere Schranke zwischen der oberrheinischen und der süddeutschen Gruppe aufbauen.

6. Die süddeutsche Gruppe faßt in sich die Staatsbahnnetze von Bayern und Württemberg. Im Gesamteisenbahnnetz des deutschen Reichs kennzeichnet sie sich durch eine mittlere Dichtigkeit und durch eine gewisse Gleichförmigkeit in der Größe der einzelnen Maschen. Sie umfaßt die Knotenpunkte München, Augsburg, Ulm, Stuttgart, Würzburg, Nürnberg, Regensburg. Im Norden hängt sie mit der mitteldeutschen Gruppe mittels der die deutsche Centralgebirgsgruppe übersteigenden Durchbruchslinien, welche von Hof, Lichtenfels, Schweinfurt und Würzburg ausgehen, zusammen. Die Abgrenzung gegen die oberrheinische Gruppe ist, wie oben bemerkt wurde, kaum unterscheidbar. Im Süden fällt dagegen die politische Grenze gegen das österreichische Eisenbahnsystem zusammen mit einer durch die Scheidemauer der Alpen aufgerichteten natürlichen Grenze. Im Südosten sind einige wichtige Anschlüsse an das österreichische Netz, im Osten wieder eine bedeutende natürliche Grenze in dem böhmisch-bayrischen Waldgebirg.

Die süddeutsche Gruppe wird durch die bayrisch - württembergische Grenze in zwei ungleiche Teile zerschnitten, welche einen gewissen Unterschied zeigen. Das württembergische Netz erscheint etwas gedrängter als das bayrische; aber seine Linien sind gewundener, nicht so gestreckt und daher nicht so sehr für den durchgehenden Verkehr passend, wie die bayrischen. Es entspricht dies der dichteren Bevölkerung und dem lebhafteren Wirtschaftsleben Württembergs, sowie dem Unterschied der Bodengestaltung, welche auf der bayrischen Hochebene eine regelmäßigere Gestaltung des Netzes erlaubte.

III. Statistisches. Im März 1889 umfaßte das deutsche Eisenbahnnetz 40 082,72 km Normal- und 818,64 km Schmalspurbahnen.

A. Normalspurbahnen:

Von diesen entfallen auf Staatsbahnen und auf Rechnung des Staats verwaltete Privatbahnen 35 230,02 km, auf Privatbahnen unter Staatsverwaltung 103,94 km, auf Privatbahnen unter eigener Verwaltung 4748,76 km.

a) Staatsbahnen und auf Rechnung des Staats verwaltete Privatbahnen.

1. Reichseisenbahnen in Elsaß-Lothringen 1319,30 km,
2. Militäreisenbahn 45,61 km,
3. preußische Staatseisenb. 23 246,39 km,
4. bayrische Staatseisenbahnen 4726,59 km,
5. sächsische Staatsbahnen 2225,34 km,
6. württembergische Staatsb. 1568,41 km,
7. badische Staatsbahnen 1355,68 km,
8. Main-Neckar-Eisenbahn nebst Eberstadt-Pfungstadt 98,73 km,
9. oberhessische Eisenbahnen 208,45 km,
10. oldenburgische Staatsb. 394,44 km,
11. Friedrichrodaer Eisenbahn (unter Privatverwaltung) 8,92 km,
12. Weimar-Berka-Blankenhainer Eisenbahn (desgl.) 32,16 km.

b) Privatbahnen unter Staatsverwaltung.

13. Birkenfelder Eisenbahn 5,23 km,
14. Farge-Vegesacker Eisenbahn 10,44 km,
15. Ilme-Bahn 13,26 km,
16. Kreis Oldenburger Eisenb. 23,12 km,
17. Zittau-Reichenberger Eisenb. 26,61 km,
18. Altenburg-Zeitzer Eisenbahn 25,28 km

c) Privatbahnen unter eigener Verwaltung.

19. Dortmund-Gronau-Enscheder Eisenbahn 96,89 km,
20. Lübeck-Büchener Eisenb. 126,18 km,
21. Marienburg - Mlawkaer Eisenbahn 149,32 km,
22. ostpreußische Südbahn nebst Fischhausen-Palmnicken 261,27 km,
23. schleswig - holsteinische Marschbahn 237,80 km (seither verstaatlicht),
24. Unter-Elbe'sche Eisenbahn 104,43 km (seither verstaatlicht),
25. Alt-Damm-Kolberger Eisenb. 122,27 km,
26. Altona-Kaltenkirchener Eisenb. 36,07 km,
27. Breslau-Warschauer Eisenb. 55,34 km,
28. Crefelder Eisenbahn 60,22 km,
29. Cronberger Eisenbahn 9,76 km,
30. Dahme-Uckroer Eisenbahn 12,53 km,
31. Eisern-Siegener Eisenbahn 12,30 km,
32. Georgs Marienhütte-Eisenbahn 7,3 km,
33. Glasow-Berlinchener Eisenb. 18,01 km,
34. Hoyaer Eisenbahn 6,91 km,
35. Kiel-Flensburger Eisenbahn 78,78 km,
36. Königsberg-Kranzer Eisenb. 28,3 km,
37. Neuhaldensleber Eisenbahn 31,71 km,
38. Osterwieck - Wasserlebener Eisenbahn 5,18 km,
39. Paulinenaue-Neu-Ruppiner Eisenbahn 28,08 km,
40. Peine-Ilseder Eisenbahn 7,95 km,
41. Prignitzer Eisenbahn 44,93 km,
42. Schleswig-Angeler Eisenbahn 21,46 km,
43. Stargard-Küstriner Eisenb. 98,35 km,
44. Stendal-Tangermünder Eisenb. 13,15 km,
45. Warstein-Lippstadter Eisenb. 30,88 km,
46. westholsteinische Eisenbahn 99,8 km (seither verstaatlicht),
47. Wittenberge - Perleberger Eisenbahn 10,54 km,
48. Zschipkau - Finsterwalder Eisenbahn 20,16 km,
49. Eutin-Lübecker Eisenbahn 39,87 km,
50. hessische Ludwigs-Eisenb. 696,77 km,
51. Ludwigs-Eisenbahn (Nürnberg-Fürth) 6,04 km,
52. mecklenburgische Friedrich Franz-Eisenbahn 388,37 km (seither verstaatlicht),
53. Neustrelitz - Warnemünder Eisenbahn 125,64 km,
54. pfälzische Eisenbahnen 663,75 km,
55. Saal-Eisenbahn 78,97 km,
56. Weimar-Geraer Eisenbahn 68,65 km,
57. Werra-Eisenbahn nebst Wernshausen-Schmalkalden 199,40 km (letztere seither verstaatlicht),
58. Arnstadt - Ichtershausener Eisenbahn 5,12 km,
59. braunschweig. Landeseisenb. 69,04 km,
60. Eisenberg-Krossener Eisenb. 8,25 km,
61. Ermsthalbahn 10,43 km,
62. Gnoien - Teterower Eisenbahn 26,5 km (seither verstaatlicht),
63. Güstrow - Plauer Eisenbahn 69,43 km (seither verstaatlicht),
64. Halberstadt - Blankenburger Eisenbahn 55,08 km,
65. Hohenebra-Ebelebener Eisenb. 8,7 km,
66. Ilmenau-Großbreitenbacher Eisenbahn 19,13 km,
67. Kirchheimer Eisenbahn 6,26 km,
68. mecklenburgische Südbahn 116,46 km,
69. Neubrandenburg-Friedländer Eisenbahn 25,63 km,
70. Osthofen-Westhofener Eisenb. 6,06 km,
71. Parchim - Ludwigsluster Eisenbahn 26,05 km,
72. Reinheim - Reichelsheimer Eisenbahn 17,94 km.
73. Ruhlaer Eisenbahn 7,29 km,
74. Schaftlach-Gmunder Eisenb. 7,71 km,
75. Sonthofen - Oberstdorfer Eisenbahn 13,20 km,
76. Sprendlingen - Wöllsteiner Eisenbahn 5,90 km,
77. Wismar-Karower Eisenbahn 71,52 km.
78. Wismar-Rostocker Eisenbahn 58,8 km (seither verstaatlicht),
79. Worms-Offsteiner Eisenbahn 10,93 km,

Vom normalspurigen Eisenbahnnetz Deutschlands entfielen auf die einzelnen Staaten in Kilometern:

	1880/81		1885/86		1888/89	
	Auf je 100 km² Grundfläche	Auf je 10 000 Einwohner	Auf je 100 km² Grundfläche	Auf je 10 000 Einwohner	Auf je 100 km² Grundfläche	Auf je 10 000 Einwohner
Elsaß-Lothringen	7,88	7,30	8,97	8,34	9,09	8,40
Preußen	5,64	7,20	6,35	7,84	6,9	8,27
Bayern	6,38	9,16	6,70	9,38	7,04	9,71
Sachsen	13,61	6,87	13,83	6,51	14,24	6,45
Württemberg	7,37	7,29	7,39	7,23	7,49	7,21
Baden	8,73	8,38	8,83	8,31	9,29	8,64
Hessen	10,17	8,34	10,90	8,75	11,88	9,38
Mecklenburg-Schwerin	3,00	7,17	4,82	11,14	6,68	15,28
Sachsen-Weimar	7,09	8,23	7,77	8,89	8,66	9,74
Mecklenburg-Strelitz	4,57	13,35	5,67	16,90	6,22	18,35
Oldenburg	5,09	9,67	5,48	10,30	6,21	11,47
Braunschweig	9,19	9,71	9,70	9,61	11,57	11,03
Sachsen-Meiningen	6,32	7,54	7,08	8,13	7,93	8,86
Sachsen-Altenburg	10,54	8,98	10,52	8,62	12,44	9,95
Sachsen-Koburg-Gotha	7,45	7,53	8,81	8,77	8,93	8,61
Anhalt	10,17	10,27	10,54	9,97	10,54	9,57
Schwarzburg-Rudolstadt	2,03	2,38	3,22	3,61	3,22	3,52
Schwarzburg-Sondershausen	5,33	6,46	9,16	10,73	9,12	10,44
Waldeck	0,35	0,69	0,88	1,75	0,88	1,73

	1888/89		1885/86		1880/81	
	Auf je 100 km² Grundfläche	Auf je 10 000 Einwohner	Auf je 100 km² Grundfläche	Auf je 10 000 Einwohner	Auf je 100 km² Grundfläche	Auf je 10 000 Einwohner
Reuß ä. L.	8,03	5,01	11,17	6,32	11,17	6,01
Reuß j. L.	4,96	4,04	5,82	4,34	6,90	4,92
Schaumburg-Lippe	7,16	6,88	7,16	6,54	7,16	6,33
Lippe	2,47	2,44	2,40	2,38	2,41	2,31
Lübeck	10,51	4,94	15,75	6,93	15,75	6,75
Bremen	17,18	2,80	17,56	2,71	17,60	2,65
Hamburg	7,44	0,67	9,31	0,74	9,25	0,69
Deutschland insgesamt	6,23	7,44	6,88	7,94	7,40	8,33

In Bezug auf das Verhältnis der Eisenbahnen zur Flächengröße nimmt Deutschland unter den europäischen Staaten Ende 1888 den vierten Rang (auf 100 km² Grundfläche Belgien 16,4 km, Großbritannien und Irland 10,1 km, Niederlande 8,5 km, Deutschland 7,6 km), in Bezug auf das Verhältnis der Eisenbahnen zur Bevölkerung den fünften Rang ein (Schweden auf je 10 000 Einwohner 15,9 km, Schweiz 10,1 km, Dänemark 9,3 km, Frankreich 9,2 km, Deutschland 8,3 km).

In betreff der normalspurigen Bahnen sei unter Zugrundelegung der vom deutschen Reichseisenbahnamt für das Jahr 1888/89 herausgegebenen Eisenbahnstatistik folgendes erwähnt:

Eigentums- und Betriebslänge; erstere beträgt 40 082,72; für den Betrieb gehen

ab: eigene Strecken als verpachtet an deutsche Bahnverwaltungen 672,64 km, an ausländische Bahnverwaltungen 66,07 km,

zu: fremde Strecken als gepachtet von deutschen Bahnverwaltungen 190,01 km, von Eigentümern deutscher Bahnen, die ihre Strecken nicht selbst betreiben 481,61 km, von ausländischen Bahnen 230,04 km, in Mitbetrieb genommen 52,0 km.

Die Betriebslänge stellt sich sonach auf 40 294,87 km; hiervon für Personen- und Güterverkehr 39 534,55 km, nur für Personenverkehr 94,08 km, nur für Güterverkehr 666,24 km.

Gleisanlagen, Neigungs- und Richtungsverhältnisse.

Die Gleislänge der normalspurigen Bahnen beträgt 68 496,15 km. Von der Gesamtlänge der Gleise besteht der weitaus größte Teil (67 662,77 km) aus breitbasigen Schienen, wovon 61 737,8 km auf Querschwellen, 5852,74 km auf Langschwellen und 72,23 km unmittelbar auf der Unterbettung liegen. Auf 831,73 km sind Stuhlschienen gelegt.

Als Schwellen werden zumeist solche aus Eichenholz (etwa 80 Mill. Stück) und Nadelholz (etwa 26 Mill. Stück) verwendet. Erstere sind fast durchwegs, letztere zum größeren Teil (gegen 60%) imprägniert. Von eisernen Querschwellen sind über 10,5 Mill. in Verwendung; eiserne Langschwellen liegen auf einer Gleislänge von 5826,88 km, und zwar zur Hälfte ohne Querschwellenverbindung.

Was die Neigungsverhältnisse der normalspurigen Bahnen betrifft, so beträgt die Länge der horizontalen Strecke 12 458,697 km (31,08%). Es liegen im Gefälle

bis einschließlich 1 : 200	..	17 041,690 km
von 1 : 200 bis 1 : 100	..	7 789,828 „
„ 1 : 100 „ 1 : 60	...	2 215,020 „
„ 1 : 60 „ 1 : 40	...	523,720 „
unter 1 : 40		53,792 „

Die stärkste Steigung beträgt 1 : 17 (bei einer Zahnradbahn).

In betreff der Richtungsverhältnisse sei erwähnt, daß die Länge der geraden Strecken 28 425,355 km (70,92%), jene der Krümmungen 11,657,28 km (29,08%) beträgt.

Unterbau.

Ausgeführt sind: Durchlässe unter dem normalspurigen Bahnkörper bis einschließlich 2 m Lichtweite 61 593 Stück; unter Wegübergängen und Parallelwegen 59 179 Stück.

Brücken: *a*) von 2 bis einschließlich 10 m Lichtweite 9095 Stück; *b*) von 10 bis einschließlich 30 m Lichtweite 2023 Stück; *c*) über 30 m Lichtweite 338 Stück.

Viadukte: 330 Stück in einer Länge von 46 845 m.

Tunnels: 439 Stück mit einer Länge von 24 809 m für ein Gleis und 130 766 m für zwei Gleise.

Wegübergänge im Bahnniveau:

a) mit Handschranken	24 665 Stück
b) mit Zugschranken	14 923 „
c) ohne Schranken	16 749 „
d) für Privatverkehr unter Verschluß	3 767 „
e) mit Drehkreuzen	1 606 „
Zusammen ...	61 710 Stück

Stationen und sonstige bauliche Anlagen.

1888/89 bestanden auf den normalspurigen Eisenbahnen 3903 Bahnhöfe, 1871 Haltestellen und 1098 Haltepunkte. Die Zahl der Empfangsgebäude belief sich auf 5782 mit einem bedeckten Flächenraum von 1 829 700 m², die Zahl der Güterschuppen auf 5680 mit einer bebauten Grundfläche von 1 896 244 m².

Die deutschen Bahnen haben in 78 Stationen Anschluß an das Ausland, und zwar an:

Österreich: K. E. D. Breslau: Myslowitz, Kattowitz-Schoppinitz, Oswiecim, Dzieditz, Oderberg, Jägerndorf, Ziegenhals, Mittelwalde, Hansdorf; K. E. D. Berlin: Halbstadt, Liebau, Seidenberg, Mittelsteine; sächs. Staatsbahnen: Reichenberg, Warnsdorf, Ebersbach, Bodenbach, Tetschen, Moldau, Reitzenhain, Weipert, Klingenthal, Franzensbad, Eger; bayr. Staatsbahnen: Asch, Franzensbad, Eger, Furth, Eisenstein,

Passau, Simbach, Salzburg, Kufstein, Rorschach, Lindau.

an die Schweiz: württemberg., bayr. und österr. Staatsbahnen: Romanshorn; badische Staatsbahnen: Konstanz, Singen, Schaffhausen, Waldshut; badische Staatsb. und elsaß-lothringische Eisenbahnen: Basel.

an Frankreich: elsaß-lothring. Eisenb.: Altmünsterol, Avricourt, Chambrey, Novéant, Amanweiler, Moyeuvre, Fentsch, Audun le Roman.

Luxemburg: elsaß-lothringische Eisenbahnen: Esch, Bettingen, Ettelbrück, Wasserbillig, Diekirch, Kautenbach.

Belgien: elsaß-lothringische Eisenbahnen: Ulflingen, Gouvy, Bettingen; K. E. D. Köln (linksrh.): Herbesthal, Aachen, Vlodropp.

Holland: Aachen-Mastrichter Eisenbahn: Simpelveld; K. E. D. Köln (linksrh.): Dalheim, Goch, Venlo, Kleve, Zevenaar; K. E. D. Köln (rechtsrh.): Salzbergen, Emmerich; K. E. D. Elberfeld: Winterswyk; Dortmund-Gronau-Enscheder Eisenbahn: Gronau; oldenburgische Eisenbahn: Neuschanz.

Dänemark: K. E. D. Altona: Vamdrup; schleswig-holsteinische Marschbahn: Hvidding.

Rußland: K. E. D. Bromberg: Eydtkuhnen-Wirballen, Alexandrowo-Ottlotschin; ostpreußische Südbahn: Prostken; Marienburg-Mlawkaer Eisenbahn: Illowo-Mlawka; Breslau-Warschauer Eisenbahn: Wilhelmsbrück; K. E. D. Breslau: Sosnowice-Schoppinitz.

Betriebsmittel. Sämtliche deutsche Normalspurbahnen hatten 1888/89 an Lokomotiven 13 105 Stück; ferner hatten selbe an eigenen Betriebsmitteln 10 183 Tender, 24 383 Personenwagen mit zusammen 53 837 Achsen und 1 041 366 Sitzplätzen, hiervon 6843 mit Interkommunikation, 6045 Gepäckwagen mit 13 515 Achsen, 256 204 Güterwagen mit 520 724 Achsen und 2 533 166 t Tragfähigkeit (unter den Güterwagen befanden sich 172 612 offene mit 351 220 Achsen), endlich 1604 Postwagen und 17 Dampfwagen.

Baukosten und Anlagekapital. Die eigentlichen Baukosten beliefen sich 1888/89 auf zusammen 9 582 760 858 Mk. oder 239 588 Mk. pro Kilometer; das gesamte verwendete Anlagekapital dagegen auf 10 075 415 088 Mk. oder 251 906 Mk. pro Kilometer. Hiervon wurden für die Staatsbahnen 2 569 164 428 Mk. mittels Staatsanleihen, 622 114 322 Mk. durch außerordentliche Fonds aufgebracht; für die Privatbahnen durch Emission von 393 485 302 Mk. Stammaktien, 81 635 550 Mk. Prioritätsstammaktien, 295 719 257 Mk. Prioritätsobligationen (darunter 4%ige im Betrag von 250 417 758 Mk.). Garantie der Verzinsung genießen 1 175 000 Stammaktien, 475 000 Prioritätsstammaktien und 12 Mill. Prioritätsobligationen. Subventionsbeiträge wurden zum Bau von 544,39 km geleistet, und zwar 1 159 325 Mk. rückzahlbare und 7 412 597 Mk. nicht rückzahlbare.

Nicht ohne Interesse ist das absolute und kilometrische Anwachsen des verwendeten Anlagekapitals. Dasselbe betrug in runden Zahlen:

	Mill. Mark	pro Kilometer
1850	956,5	163 000 Mk.
1855	1 368	175 000 „
1865	2 895	208 000 „
1875	7 097	256 000 „
1880/81	8 878	263 000 „
1888/89	10 075	252 000 „

Die höchsten Anlagekosten pro Kilometer ergeben sich, wenn man von den im Weichbild der Städte Bremen, Berlin und Hamburg gebauten Strecken absieht, bei der Aachen-Mastrichter Eisenbahn (954 725 Mk.), der Zittau-Reichenberger Eisenbahn (409 308 Mk.), den elsaß-lothringischen Eisenbahnen (361 762 Mk.) und den badischen Staatsbahnen (334 409 Mk.). Die kleinsten Anlagekosten pro Kilometer weisen meist Nebenbahnen auf, zu deren Bau der Grund unentgeltlich abgetreten wurde, so die im Betrieb der oldenburgischen Staatsbahnen stehende Essen-Löningener Eisenbahn und die Jever-Karolinensieler Eisenbahn (9699 Mk., bezw. 12 952 Mk), die Crefelder Eisenbahn (24 786 Mk.), Parchim-Ludwigsluster Eisenbahn (26 488 Mk.).

Verkehr.

Im Jahr 1888/89 wurden 339 864 460 Personen, 477 655 t Gepäck und 199 506 652 t Güter befördert. Die außerordentliche Verkehrsentwicklung ist aus nachstehendem Vergleich (in runden Zahlen) mit den Vorjahren zu entnehmen:

	beförderte Personen	pro km	beförderte Güter	pro km
1855	29 Mill.	3800	15 Mill.	2000
1865	77 „	5800	49 „	3700
1875	203 „	7600	123 „	4400
1885/86	275 „	7400	149 „	4000
1888/89	340 „	8500	200 „	5000

Es durchfuhr durchschnittlich

	jede Person	jede Tonne
1855	37,4 km	74,8 km
1865	34,5 „	75,3 „
1875	29,7 „	84,1 „
1885/86	28,8 „	107,17 „
1888/89	27,1 „	102,23 „

In ganz Deutschland werden durchschnittlich jährlich 5 Reisende pro Kopf der Bevölkerung befördert. (In Großbritannien und Irland 19,7, in Belgien 9,3, in Frankreich 5,7). Es entfallen ferner in Deutschland durchschnittlich 4 t pro Kopf (in Großbritannien und Irland 7,4 t, in Belgien 4,2 t, in Frankreich 2,1 t).

Von dem gesamten Güterverkehr entfallen nach Band 28 der offiziellen Statistik der Güterbewegung auf den deutschen Eisenbahnen pro 1888 etwa 84% auf den Verkehr im Inland, 16% auf jenen mit dem Ausland; von ersterem blieben im engeren Verkehr der einzelnen Verkehrsgebiete 39% und wurden im gegenseitigen Austausch der Verkehrsgebiete befördert 61%.

Vom Auslandsverkehr kamen auf den direkten Verkehr zwischen Deutschland und dem Ausland 91%, auf die Durchfuhr von Ausland zu Ausland 9%. Vom direkten Verkehr entfallen auf die Ausfuhr aus Deutschland 53% und auf die Einfuhr nach Deutschland 47%.

Die zur Bewältigung des Verkehrs erforderliche Zahl der Nutzkilometer betrug:

1855	35,29 Mill.
1865	76,51 „
1875	189,2 „
1885/86	206,7 „
1888/89	289,48 „

Die Zahl der durchlaufenen Wagenachskilometer betrug 1888/89 11 515 Mill. gegen 9841 Mill. im Jahr 1885/86 und 8213 Mill. im Jahr 1880/81; hiervon entfällt auf Gepäck-, Post- und Güterwagen ungefähr die viereinhalbfache Zahl der Personenwagenachskilometer.

	1880/81	1881/82	1882/83	1883/84	1884/85	1885/86	1886/87	1887/88	1888/89
Länge der im Betrieb befindlichen Eisenbahnen ... km	33 797	34 253	34 917	35 824	36 538	37 271	38 048	39 157	40 083
Davon doppel- oder mehrgleisig ... „	9 933	10 164	10 431	10 589	10 816	10 947	11 077	11 218	11 867
Auf je 10 000 Einwohner kommt Bahnlänge ... km	7,44	7,56	7,70	7,79	7,90	7,94	8,06	8,22	8,33
Auf je 100 km² kommt Bahnlänge ... „	6,23	6,32	6,45	6,61	6,74	6,88	7,02	7,23	7,40
Länge der gemeinschaftlich für Personen- u. Güterverkehr benutzten Bahnen km	33 140	33 601	34 221	34 878	35 797	36 547	37 088	37 910	38 967
Länge der ausschließlich für Personenverkehr benutzten Bahnen ... km	70	119	120	63	61	65	64	67	94
Länge der ausschließlich für Güterverkehr benutzten Bahnen ... km	579	594	582	601	596	587	606	617	664
Länge der Anschlußbahnen für Privatzwecke ... km	1 478	—	1 681	1 783	1 896	1 983	2 031	2 094	2 206
Länge der Schmalspurbahnen ... „	193	199	235	250	323	382	558	704	819
Länge der Vollbahnen ... „	30 460	30 576	30 586	30 539	30 440	30 612	30 747	30 918	30 972
Länge der Bahnen untergeordneter Bedeutung ... km	3 247	3 677	4 331	5 285	6 098	6 659	7 301	8 239	9 110
Gesamtanlagekapital ... Mk.	8 877 543 336	9 054 560 226	9 238 509 690	9 459 527 092	9 612 297 502	9 722 106 530	9 818 040 628	9 902 146 949	10 075 415 088
Anlagekapital pro Kilom. Bahnlänge „	262 986	263 972	265 356	264 497	263 620	261 355	258 941	255 071	251 906
Von dem verwendeten Anlagekapital sind beschafft:									
Bei den Staatsbahnen:									
Durch Staatsanleihen und aus extraordinären Fonds ... Mk.	6 267 716 534	6 420 312 919	7 390 559 726	8 301 632 391	8 757 402 833	8 847 971 142	8 948 032 552	9 122 976 485	9 260 885 531
Bei den Privatbahnen:									
Durch Ausgabe von Aktien ... „	1 266 814 392	1 280 499 123	942 662 929	572 083 701	523 746 343	535 358 636	532 344 562	471 370 150	764 204 577 (Aktien und Obligationen zusammen)
Durch Ausgabe von Obligationen „	1 247 185 742	1 256 655 055	805 919 257	312 257 680	287 561 094	287 064 418	294 463 670	265 043 595	
Durch schwebende Schulden ... „	85 773 207	87 039 668	89 314 317	81 914 640	34 533 771	41 555 057	39 037 244	38 594 119	45 658 439
Gesamteinnahme aus dem Pers.-Verk. „	236 413 817	245 029 681	253 888 791	262 453 802	269 612 323	273 923 360	284 628 698	293 896 921	309 903 681
Für 1 km Betriebslänge ... „	7 130	7 276	7 193	7 521	7 529	7 491	7 671	7 748	7 801
Gesamteinnahme aus dem Güterverk. „	592 031 056	612 051 464	652 188 275	680 345 131	685 053 280	670 008 096	692 840 735	750 733 074	810 691 903
Für 1 km Betriebslänge ... „	17 583	17 899	18 764	19 201	19 383	18 065	18 403	19 509	20 408
Sonstige Einnahmen ... „	57 791 869	65 102 565	62 642 558	59 492 096	57 634 293	50 580 329	44 516 426	44 991 597	46 025 964
Gesamteinnahme ... „	886 012 544	922 183 710	968 719 624	1 002 291 029	1 012 299 896	994 511 785	1 021 985 859	1 089 621 592	1 166 621 548
Einnahme aus dem Personen- und Güterverkehr zusammen ... Mk.	828 444 873	857 081 145	906 077 066	942 798 933	954 665 603	943 931 456	977 469 433	1 044 629 995	1 120 595 584
Für 1 km Bahnlänge ... „	24 522	24 950	25 949	26 318	26 128	25 326	25 690	26 678	27 957
Gesamte Betriebsausgabe ... „	494 274 065	515 759 188	534 010 122	562 364 871	564 549 932	560 680 093	561 603 630	574 106 827	619 542 723
Auf 1 km Betriebslänge ... „	13 968	14 297	14 562	15 843	15 487	15 091	14 873	14 893	15 596
Gesamtausgabe in Prozenten der Gesamteinnahme ... %	53,93	53,96	53,22	56,11	55,77	56,38	54,95	52,69	53,11
Überschuß der Einnahme über die Ausgabe im ganzen ... Mk.	391 738 479	406 424 523	434 709 502	427 764 744	433 545 497	423 103 948	450 527 543	505 441 394	535 157 695
Auf 1 km Betriebslänge ... „	11 930	12 198	12 801	12 394	12 282	11 676	12 207	13 373	13 716
Der Überschuß beträgt in Prozenten des Anlagekapitals ... %	4,44	4,54	4,80	4,61	4,60	4,62	4,66	5,17	5,40
Lokomotivkilometer (Nutz-, Leerfahrt- und Rangierkilometer) zusammen. km	298 435 971	312 572 646	336 608 118	357 370 873	375 971 422	384 172 906	391 821 647	407 299 678	435 494 596
Auf 1 km der durchschn. Betriebslänge km	8 847	9 124	9 651	10 068	10 327	10 525	10 389	10 566	10 963
Nutzkilometer ... „	206 717 871	214 832 554	228 696 915	242 447 398	254 004 795	258 205 544	261 913 594	272 480 804	289 485 240
Wagenachskilometer zusammen von den verschiedenen Wagengattungen ... km	8 213 438 841	8 620 295 881	9 126 098 870	9 576 432 408	9 866 824 855	9 841 304 342	10 146 898 906	10 713 922 232	11 515 300 139
Auf 1 km der durchschn. Betriebslänge km	243 490	251 467	261 663	269 785	271 038	269 614	269 054	277 937	289 882

Betriebseinnahmen.

Dieselben betrugen 1888/89 aus dem Personen- und Gepäckverkehr 309 922 534 Mk. (26,57% der Gesamteinnahmen) oder auf 1 km 7671 Mk. Hiervon entfallen auf die Beförderung von Militärpersonen 7 069 937 Mk., auf die Beförderung von Gepäck 9 127 404 Mk., auf die Beförderung von Hunden 346 557 Mk., auf Extrazüge 480 266 Mk. Die Einnahmen aus dem Güterverkehr stellen sich auf 810 691 903 Mk. oder 18 403 Mk. für jeden Betriebskilometer (69,49% der Gesamteinnahmen). Es entfallen hiervon auf die Beförderung von Eil- und Expreßgut 19 208 060 Mk., auf Frachtgut 716 410 991 Mk. (davon Stückgut 105 369 741 Mk.), auf Postgut 1 318 549 Mk., auf Viehbeförderung 134 994 612 Mk., auf frachtpflichtiges Dienstgut (einschließlich Baumaterialien) 25 544 688 Mk.

Mit Hinzurechnung sonstiger Einnahmen ergiebt sich eine Gesamteinnahme von 1 168 956 289 Mark oder 29 368 Mk. pro Kilometer Betriebslänge oder 4 027 Mk. auf 1000 Nutzkilometer, bezw. 101 Mk. auf 1000 Wagenachskilometer.

Die höchste kilometrische Einnahme aus dem Personen- und Gepäckverkehr weisen die Ludwigs-Eisenbahn (43 022 Mk.) und die Main-Neckar-Bahn für die eigenen Strecken (28 202 Mk.) aus; die kleinsten kilometrischen Einnahmen die Georgs Marienhütte-Eisenbahn (546 Mk.) und die Fischhausen-Palmnicken-Eisenbahn (630 Mk.).

Die größten kilometrischen Einnahmen aus dem Güterverkehr ergaben die Main-Neckar Bahn, eigene Strecken, (31211 Mk,) und die elsaß-lothringischen Eisenbahnen (23 865 Mk.); die kleinsten kilometrischen Einnahmen die Schleswig-Angeler Eisenbahn (571 Mk.) und die Königsberg-Kranzer Eisenbahn (672 Mk.).

Betriebsausgaben.

Von denselben beanspruchten:

	Mark	
Die persönlichen Ausgaben	302 821 145	= 48,26%
Die allgemeinen sachlichen Kosten	40 353 925	= 6,43%
Bahnunterhaltung	68 782 976	= 10,96%
Bahntransport	123 698 078	= 19,71%
Erneuerung	74 268 914	= 11,84%
Ergänzungen und Erweiterungen	7 970 250	= 1,27%
Benutzung fremder Bahnen	13 391 313	= 1,13%
Benutzung fremder Betriebsmittel	2 511 993	= 0,40%

der Gesamtausgabe ausschließlich des Pachtzinses.

Die Summe der Betriebsausgaben für alle Verwaltungszweige stellte sich auf 633 798 594 Mark, ausschließlich erheblicher Ergänzungen und des Pachtzinses oder 15 596 Mk. pro Kilometer. Es entfielen auf die allgemeine Verwaltung 10,20%, auf die Bahnverwaltung 26,03%, auf die Transportverwaltung 63,77% der Gesamtausgaben. Unter den Betriebsausgaben sind Steuern, Abgaben und öffentliche Lasten mit 8 075 991 Mk. gerechnet, wozu noch an aus dem Überschuß bestrittenen Staatseisenbahn- und Staatsgewerbesteuern 382 488 Mk. hinzukommen.

Die Betriebsausgaben, welche 54,2% der Betriebseinnahmen ausmachten, betrugen pro 1000 Nutzkilometer 2138 Mk., pro 1000 Wagenachskilometer 54 Mk.

Betriebsüberschuß. Von dem nach Abzug der Betriebsausgaben verbleibenden Betriebsüberschuß von 535 157 695 Mk., welcher sich durch Subventionen, Garantievorschüsse u. s. w. auf 535 910 405 Mk. vermehrte, wurden 498 690 937 Mk. an die Staatskassen abgeliefert, 12 523 145 Mk. zur Verzinsung von Prioritätsobligationen und 18 845 854 Mk. zur Dividendenzahlung verwendet.

Der Betriebsüberschuß belief sich

1855	auf	75	Mill. Mark
1873	„	291	„ „
1878	„	379,4	„ „
1880	„	399,8	„ „
1885/86	„	423,1	„ „

Das verwendete Anlagekapital verzinste sich aus dem Betriebsüberschuß

1855	mit	5,4%
1865	„	7,0%
1875	„	5,1%
1880/81	„	4,44%
1885/86	„	4,42%
1888/89	„	5,40%.

Die höchste Verzinsung ergab der Betriebsüberschuß 1888/89 bei der Ludwigsbahn (18,32%) und der Parchim-Ludwigsluster Eisenbahn (16,58%). Diese auffallend hohe Verzinsung erklärt sich bei ersterer durch Bestreitung von Bauauslagen aus Betriebsgeldern, bei letzterer durch die hohen Beihilfen à fonds perdu. Unter 1% stellte sich die Verzinsung bei der Wismar-Karower (0,21%), bei den oberhessischen Eisenbahnen (0,68%) und bei der Georgs Marienhütte-Eisenbahn (0,74%).

Erneuerungs- und Reservefonds. Die Fonds für Erneuerung des Oberbaues und der Betriebsmittel betrugen Ende März 1889 32 502 302 Mk., die Reservefonds 6 273 868 Mk. des verwendeten Anlagekapitals.

Beamte und Arbeiter. Im Jahresdurchschnitt 1888/89 waren bedienstet: Bei der gesamten Betriebsverwaltung 301 855,27 (darunter 168 029,46 Arbeiter) oder 7,6 Personen pro Kilometer Betriebslänge mit einer Auslage von 336 290 861 Mk. oder 8466 Mk. pro Kilometer; bei der Werkstättenverwaltung 53 534,61 (darunter 5 041,445 Arbeiter) oder 1,38 Personen auf 1 km der durchschnittlichen Betriebslänge mit einer Auslage von 53 055 975 Mk. oder 1367 Mk. pro Kilometer. Von den Bediensteten der gesamten Betriebsverwaltung entfielen 14 645,93 Personen auf die allgemeine Verwaltung, 107 203,26 auf die Bahnverwaltung und 180 006,08 auf die Transportverwaltung.

Hilfskassen. Für Beamte und Arbeiter bestanden 95 Pensions- und Unterstützungskassen mit einem Vermögensstand von 96 999 265 Mk., ferner 244 Kranken- und Sterbekassen mit einem Vermögen von 11 757 524 Mk., endlich 5 vereinigte Pensions-, Unterstützungs-, Kranken- und Sterbekassen mit einem Vermögen von 2 868 712 Mk.

Bei einer Reihe von Staatsbahnen beziehen die Beamten ihre Pensionen aus allgemeinen Staatsfonds (Bayern, Baden).

Unfälle beim Eisenbahnbetrieb (einschließlich des Werkstättenbetriebs) kamen 2549 vor, darunter 393 Entgleisungen (142 auf freier Bahn, 251 in Stationen) und 251 Zusammenstöße (29 auf freier Bahn, 222 in Stationen.) Die Ursachen der Entgleisungen waren zum größten Teil ungenaue oder falsche Stellung der Weichen, die Ursachen der Zusammenstöße zumeist falsche Dispositionen des Stationspersonals oder unvorsichtiges Rangieren. Bei den

Betriebsunfällen sind verunglückt 154 Reisende (darunter 31 getötet) und 1426 Bahnbeamte und Bahnarbeiter (darunter 329 getötet); bei sämtlichen Unfällen 2009 Personen (darunter 562 getötet), und zwar kamen auf 1 Million beförderte Reisende 0,09 Tötungen und 0,36 Verletzungen. Von der Gesamtzahl der Verunglückungen kommen auf je 1 Million durchfahrener Zugskilometer 7,35, auf je 1 Million Wagenachskilometer 0,17 und auf 10 000 Züge aller Art 3,58.

Infolge von Verunglückungen beim Bahnbetrieb wurden gezahlt aus Betriebs- oder Reservefonds 4 067 670 Mk., darunter 3 755 309 Mk. für laufende Zahlungen, aus allgemeinen Staatspensionsfonds 128 589 Mk., aus Eisenbahnpensions- oder Hilfskassen 415 591 Mk.

B. Schmalspurbahnen. In Deutschland betrug deren Länge März 1889 818,64 km, (Ende 1889 873,94 km); hiervon entfallen auf Staatsbahnen und auf Rechnung des Staats verwaltete Privatbahnen 380,18 km, auf Privatbahnen unter Staatsverwaltung 7 km, auf Privatbahnen unter eigener Verwaltung 431,46 km.

a) Staatsbahnen und auf Rechnung des Staats verwaltete Privatbahnen:

1. Schmalspurbahnen im Bezirk der kgl. Eisenbahndirektion Breslau:
 α) im eigenen Betrieb 0,2 km,
 β) im Privatbetrieb 110,72 km.
2. Schmalspurbahnen im Bezirk der bayrischen Staatsbahnen 5,17 km,
3. Schmalspurbahnen im Bezirk der sächsischen Staatsbahnen:
 a) Linie Hainsberg-Kipsdorf 25,74 km,
 b) Linie Klotzsche - Königsbrück 19,49 km,
 c) Linie Mosel-Ortmannsdorf 13,94 km,
 d) Linie Oschatz-Döbeln 30,92 km,
 e) Linie Pottschappel-Wilsdruff 10,9 km,
 f) Linie Radebeul-Radeburg 16,55 km,
 g) Linie Wilischthal - Ehrenfriedersdorf und Zweigbahn Oberherold-Thum 15,81 km,
 h) Linie Wilkau-Saupersdorf 10,05 km,
 i) Linie Zittau-Markersdorf 13,71 km,
 k) Linie Mügeln-Trebsen 23,94 km,
 l) Linie Schönfeld-Geyer 9,04 km,
4. Feldabahn (Staatsbahn im Privatbetrieb) 44 km,
5. Hildburghausen - Heldburger Eisenbahn (desgl.) 30 km.

b) Privatbahnen unter Staatsverwaltung:

6. Ocholt-Westersteder Eisenbahn 7 km.

c) Privatbahnen unter eigener Verwaltung:

7. Brölthaler Eisenbahn 33,39 km,
8. Darmstadt-Griesheimer und Darmstadt-Eberstadter Eisenbahn 13,25 km,
9. Doberan - Heiligendammer Eisenbahn 6,61 km,
10. Eckernförde-Kappelner Eisenb. 28,40km,
11. Filderbahn (Degerloch - Hohenheim) 8,50 km,
12. Gernrode-Harzgeroder Eisenb. 17,50km,
13. Kaysersberger Thalbahn 29,17 km,
14. Kerkerbachbahn 15,84 km,
15. Kreis Altenaer Schmalspurb. 34,59 km,
16. Kreis - Eisenbahn Flensburg - Kappeln 51,68 km,
17. Mannheim-Weinheimer Eisenb. 17,66km,
18. Pfalzburger Straßeneisenbahn 8,77 km,
19. Rappoltsweiler Straßeneisenbahn 4 km,
20. Ravensburg - Weingartener Eisenbahn 4,18 km,
21. Rhene-Diemelthal-Eisenbahn 10,94 km,
22. Straßburger Straßenbahnen 71,92 km,
23. Straßenbahnen Mülhausen - Ensisheim-Wittenheim 24,02 km,
24. Weimar-Rastenberger Eisenb. 51,04 km.

Die Gleise der Schmalspurbahnen bestehen meist aus breitbasigen Schienen, welche auf hölzernen Querschwellen oder direkt auf der Unterbettung, seltener auf Langschwellen liegen. Die stärkste Neigung auf offener Strecke beträgt durchschnittlich 1:11, der kleinste Krümmungshalbmesser 19 m.

An Fahrbetriebsmitteln besaßen die Schmalspurbahnen 165 Lokomotiven, 363 Personen-, 55 Gepäck- und 3929 Güterwagen (letztere mit durchschnittlicher Tragfähigkeit von 5—8 t). Die Zahl der geleisteten Lokomotivnutzkilometer beträgt 2 619 817, jene der Wagenachskilometer 41 638 535.

Befördert wurden 5 252 566 Personen und 2 881 124 t Güter. Die Einnahmen betrugen aus dem Personen- und Gepäckverkehr 1 398 148 Mk. oder 2363 Mk. pro Kilometer, aus dem Güterverkehr 1 715 133 Mk. oder 2438 Mk. pro Kilometer, aus sonstigen Quellen 118 585 Mk. oder 164 Mk. pro Kilometer. Die Gesamteinnahmen stellten sich auf 3 231 866 Mk. oder 4481 Mk. pro Kilometer; auf 1000 Nutzkilometer entfallen 1234 Mk., auf 1000 Wagenachskilometer 78 Mk.

Die höchste kilometrische Einnahme aus dem Personen- und Gepäckverkehr weisen aus die Ravensburg-Weingartener Eisenbahn (8452 Mark) und die Darmstadt - Griesheimer und Darmstadt - Eberstadter Eisenbahn (8225 Mk.), die kleinste kilometrische Einnahme aus dem Personen- und Gepäckverkehr die Kerkerbachbahn (153 Mk.) und die Hildburghausen-Heldburger Eisenbahn (897 Mk.).

Die höchste kilometrische Einnahme aus dem Güterverkehr ergaben die Schmalspurbahnen im Bezirk der kgl. Eisenbahndirektion Breslau (6410 Mk.) und die Rappoltsweiler Straßenbahn (5150 Mk.); die kleinste Einnahme die Straßburger Straßenbahnen Straßburg-Truchtersheim (80 Mk.) und Straßburg-Markolsheim (413 Mk.).

Die höchste Einnahme aus allen Quellen pro Kilometer durchschnittliche Bahnlänge erzielten die Rappoltsweiler Straßenbahn (10 641 Mark) und die Ravensburg-Weingartener Eisenbahn (9 322 Mk.); die kleinste Einnahme die Hildburghausen - Heldburger Eisenbahn (1349 Mark) und die Weimar-Rastenberger Eisenbahn (1584 Mk.).

Die Ausgaben der schmalspurigen Eisenbahnen betrugen für die allgemeine Verwaltung 242 769 Mk. oder 12,05%, für die Bahnverwaltung 536 951 Mk. oder 26,15%, für die Transportverwaltung 1 234 745 Mk. oder 61,8%, im ganzen 2 014 465 Mk. oder 62,33% der Betriebseinnahmen. Von den Gesamtausgaben entfallen auf 1 km mittlerer Bahnlänge 2793 Mk., auf 1000 Nutzkilometer 769 Mk., auf 1000 Wagenachskilometer 48 Mk.

Die höchste kilometrische Ausgabe weist die Rappoltsweiler Straßenbahn aus (8201 Mk.), die kleinste die Ocholt-Westersteder Eisenbahn (1 110 Mk.)

Der Überschuß der Betriebseinnahmen über die Betriebsausgaben betrug 1 217 401 Mk., auf 1 km der durchschnittlichen Bahnlänge 1688 Mk., in Prozenten der Bruttoeinnahme 37,67 %, in Prozenten des verwendeten Anlagekapitals 2,98 %.

Aus dem Überschuß wurden für die Stammaktien an Dividende 3—5 %, für die Prioritätsstammaktien 4,50—5 % gezahlt.

An Erneuerungsfonds waren 307 189 Mk., an Reservefonds 29 647 Mk. vorhanden.

Die Zahl der Bediensteten betrug 1230,28 Personen, darunter 631,54 Arbeiter (im Jahresdurchschnitt) mit einer Auslage von 1 092 000 Mk.

Unfälle kamen 57 vor, darunter 21 Entgleisungen und 2 Zusammenstöße; hierbei verunglückten 32 Personen (getötet 8), darunter 2 Reisende.

C. Anschlußbahnen für Privatzwecke, die nicht dem öffentlichen Verkehr dienen, befanden sich in Deutschland Ende März 1889: 2205,71 km; 278,43 km der Anschlußbahnen stehen im Eigentum der Bahnverwaltung, 1927,28 km im Eigentum von Privaten. Darunter schließen 18 an Schmalspurbahnen an. Unter den Anschlußbahnen befinden sich 731 Montan-, 2410 Industrie-, 97 land- und forstwirtschaftliche und 424 sonstige Bahnen. 507,48 km sind schmalspurig, die übrigen normalspurig angelegt. 1468,02 km werden mit Dampfkraft, 737,69 km mit Pferden betrieben. Den Betrieb führen auf 268,94 km die Bahnverwaltungen, auf 1936,77 km Private. Die Anlagekosten der mit Dampfkraft betriebenen Linien betragen 73 370 360 Mk., jene der mit Pferdekraft betriebenen Linien 14 679 147 Mk.

IV. Grundlagen des deutschen Eisenbahnverwaltungsrechts.

a) Landesgesetzliche Bestimmungen. Bis zur Errichtung des norddeutschen Bunds mangelte es, wenn man von den auf Eisenbahnen anwendbaren Vorschriften des deutschen Handelsgesetzes absieht, an gemeinsamen, rechtlichen Grundlagen des deutschen Eisenbahnwesens und blieb die Regelung des letzteren ausschließliche Sache der Einzelstaaten. Ein Bedürfnis zum Erlaß eines allgemeinen Eisenbahngesetzes trat am frühesten in Preußen hervor, und zwar hauptsächlich aus dem Grund, weil hier anfänglich nur die Konzessionierung von Privatbahnen ins Auge gefaßt war und die Regierung es vorzog, zur Beseitigung von Unklarheiten und zur Sicherung des Rechtszustands eine allgemein gültige Grundlage zu schaffen. Diesem Streben entsprang das umfassende preußische Eisenbahngesetz vom 3. November 1838 über die Eisenbahnunternehmungen, welches zwar in einzelnen Bestimmungen, insbesondere über die Bildung der Eisenbahngesellschaften, über das Enteignungsrecht, über das Verhältnis der Eisenbahnen zur Post, über die Haftpflicht u. s. w., durch die spätere Gesetzgebung Preußens und des Deutschen Reichs geändert wurde, im übrigen aber noch jetzt die Grundlage für die Regelung des Eisenbahnwesens in Preußen bildet.

In den übrigen deutschen Bundesstaaten begann der Staat gleichzeitig mit oder bald nach der Entstehung der ersten Privatbahnen den Bau eigener Eisenbahnen auf Staatsrechnung, für deren Anlage und Betrieb die Bestimmungen des gemeinen Rechts ausreichten. So kam es, daß in den anderen Staaten nur vereinzelt eine besondere gesetzliche Regelung des Eisenbahnwesens versucht wurde. Unter anderm ist in Württemberg ein allgemeines Eisenbahngesetz vom 18. April 1843, in Bayern eine Verordnung vom 20. Juni 1855, enthaltend Bestimmungen über den Bau von Eisenbahnen erlassen worden. Außerdem wurden in einigen Staaten Einzelgesetze über Enteignung, über Bau und Betriebspolizei (Sachsen 1856) u. s. w. veröffentlicht.

Seit der Aufrichtung des Deutschen Reichs und der Entwicklung der Reichsgesetzgebung im Interesse der Einheit des deutschen Eisenbahnwesens blieb für die Einzelstaaten nahezu kein Feld für eine selbständige Eisenbahngesetzgebung mehr übrig, welche denn in der That auch vollständig in den Hintergrund tritt und sich fast nur auf Gesetze zur Förderung des Lokalbahnwesens beschränkt.

b) Reichsrecht.

Schon im Jahr 1849 hatte das Frankfurter Parlament in seinem Verfassungsentwurf einen Abschnitt über einheitliche Leitung des Eisenbahnwesens aufgenommen. Durch die Verfassung des norddeutschen Bunds von 1866 wurde das Eisenbahnwesen als Gegenstand der Beaufsichtigung und der Gesetzgebung des Bunds bezeichnet. Diese Bestimmungen sind seit 1871 Bestandteile der Reichsverfassung.

Die staatsrechtliche Grundlage des jetzigen gemeinsamen deutschen Eisenbahnwesens ist in den Art. 41 bis inklusive 47 der Reichsverfassung enthalten. Dieselben bestimmen:

Eisenbahnen, welche im Interesse des Bundesgebiets oder im Interesse des gemeinsamen Verkehrs für notwendig erachtet werden, können kraft eines Bundesgesetzes auch gegen den Widerspruch der Bundesglieder, deren Gebiet die Eisenbahnen durchschneiden, unbeschadet der Landeshoheitsrechte, für Rechnung des Bunds angelegt oder an Privatunternehmer zur Ausführung konzessioniert und mit dem Enteignungsrecht ausgestattet werden. Jede bestehende Eisenbahnverwaltung ist verpflichtet, sich den Anschluß neu angelegter Eisenbahnen auf Kosten der letzteren gefallen zu lassen. Die gesetzlichen Bestimmungen, welche bestehenden Eisenbahnunternehmungen ein Widerspruchsrecht gegen die Anlegung von Parallel- oder Konkurrenzbahnen einräumen, werden, unbeschadet bereits erworbener Rechte, für das ganze Bundesgebiet hierdurch aufgehoben. Ein solches Widerspruchsrecht kann auch in den künftig zu erteilenden Konzessionen nicht weiter verliehen werden. (Art. 41.)

Die Bundesregierungen verpflichten sich, die im Bundesgebiet belegenen Eisenbahnen im Interesse des allgemeinen Verkehrs wie ein einheitliches Netz zu verwalten und zu diesem Behuf auch die neu herzustellenden Bahnen nach einheitlichen Normen anlegen und ausrüsten zu lassen. (Art. 42.)

Es sollen demgemäß mit thunlichster Beschleunigung übereinstimmende Betriebseinrichtungen getroffen, insbesondere gleiche Bahnpolizeireglements eingeführt werden. Der Bund hat dafür Sorge zu tragen, daß die Eisenbahnverwaltungen die Bahnen jederzeit in einem die nötige Sicherheit gewährenden, baulichen Zustand erhalten und dieselben mit Betriebsmaterial so ausrüsten, wie das Verkehrsbedürfnis es erheischt. (Art. 43.)

Die Eisenbahnverwaltungen sind verpflichtet, die für den durchgehenden Verkehr und zur Herstellung ineinandergreifender Fahrpläne nötigen Personenzüge mit entsprechender Fahrgeschwindigkeit, desgleichen die zur Bewältigung des Güterverkehrs nötigen Güterzüge einzuführen, auch direkte Expeditionen im Personen- und Güterverkehr unter Gestattung des Übergangs der Transportmittel von einer Bahn auf die andere, gegen die übliche Vergütung einzurichten. (Art. 44.)

Dem Bunde steht die Kontrolle über das Tarifwesen zu; derselbe wird namentlich dahin wirken:

1. daß baldigst auf den Eisenbahnen im Gebiet des Bunds übereinstimmende Betriebsreglements eingeführt werden;

2. daß die möglichste Gleichmäßigkeit und Herabsetzung der Tarife erzielt, insbesondere daß bei größeren Entfernungen für den Transport von Kohlen, Coaks, Holz, Erzen, Steinen, Salz, Roheisen, Düngungsmitteln und ähnlichen Gegenständen, ein dem Bedürfnis der Landwirtschaft und Industrie entsprechender ermäßigter Tarif, und zwar zunächst thunlichst der Einpfennigtarif eingeführt werde. (Art. 45.)

Bei eintretenden Notständen, insbesondere bei ungewöhnlicher Teuerung der Lebensmittel sind die Eisenbahnverwaltungen verpflichtet, für den Transport, namentlich von Getreide, Mehl, Hülsenfrüchten und Kartoffeln, zeitweise einen dem Bedürfnis entsprechenden, von dem Bundespräsidium auf Vorschlag des betreffenden Bundesratsausschusses festzustellenden, niedrigen Specialtarif einzuführen, welcher jedoch nicht unter den niedrigsten auf der betreffenden Bahn für Rohprodukte geltenden Satz herabgehen darf. (Art. 46.)

Den Anforderungen der Bundesbehörden in Betreff der Benutzung der Eisenbahnen zum Zweck der Verteidigung des Bundesgebiets haben sämtliche Eisenbahnverwaltungen unweigerlich Folge zu leisten. Insbesondere ist das Militär und alles Kriegsmaterial zu gleichen ermäßigten Sätzen zu befördern. (Art. 47.)

Nach Art. 4, Nr. 8, 46, Abs. 2 und 3 sind die Bestimmungen der Art. 42—46, Abs. 1, auf Bayern nicht anwendbar. Wohl aber unterliegt im übrigen auch in Bayern das Eisenbahnwesen der Gesetzgebung und der Oberaufsicht des Reichs; es finden die von jenem Vorbehalt nicht berührten Artikel 41 und 47 in Bayern Anwendung, und es ist dem Reich noch ausdrücklich auch Bayern gegenüber das Recht gewahrt worden, im Weg der Gesetzgebung einheitliche Normen für die Konstruktion und Ausrüstung der für die Landesverteidigung wichtigen Bahnen aufzustellen.

Als ein Sonderrecht Württembergs ist das im Schlußprotokoll vom 25. November 1870 ausgesprochene Anerkenntnis zu betrachten, daß auf den württembergischen Eisenbahnen bei ihren Bau-, Betriebs- und Verkehrsverhältnissen nicht alle im Art. 45 aufgeführten Transportgegenstände in allen Gattungen von Verkehren zum Einpfennigsatz befördert werden können.

Zur Überwachung der Ausführung der Verfassungsbestimmungen in Bezug auf das Eisenbahnwesen ist durch Gesetz vom 27. Juni 1873 das R e i c h s e i s e n b a h n a m t errichtet worden. Dasselbe hat als ständige Centralbehörde ein A u f s i c h t s r e c h t über das Eisenbahnwesen; es hat ferner für die Ausführung der in der Reichsverfassung enthaltenen Bestimmungen, sowie der sonstigen auf das Eisenbahnwesen bezüglichen Gesetze und verfassungsmäßigen Vorschriften Sorge zu tragen und auf Abstellung der im Eisenbahnwesen hervortretenden Mängel und Mißstände hinzuwirken. Es ist berechtigt, innerhalb seiner Zuständigkeit über alle Einrichtungen und Maßregeln von den Eisenbahnverwaltungen Auskunft zu fordern, oder nach Befinden durch persönliche Kenntnisnahme sich zu unterrichten und hiernach das Erforderliche zu veranlassen. Bis zum Erlaß eines Reichseisenbahngesetzes gelten folgende Vorschriften:

1. Den Privatbahnen gegenüber stehen dem Reichseisenbahnamt die Befugnisse zu, welche den Aufsichtsbehörden der betreffenden Bundesstaaten beigelegt sind. Die letzteren sind gehalten, bei erforderlich werdenden Zwangsmaßregeln den an sie ergehenden Requisitionen zu entsprechen.

2. Die Staatseisenbahnverwaltung ist nötigenfalls zu den ihr obliegenden Verpflichtungen im verfassungsmäßigen Weg anzuhalten.

3. Den Reichseisenbahnen gegenüber wird der Reichskanzler die Verfügungen des Reichseisenbahnamts zum Vollzug bringen.

Über Gegenvorstellungen gegen eine von diesem verfügte Maßregel entscheidet das durch Zuziehung richterlicher Beamten verstärkte Reichseisenbahnamt § 5, Nr. 4 des Ges.-Regul. vom 13. März 1876, welches bisher noch nicht zusammengetreten ist.

Ein Reichseisenbahngesetz, auf welches auch der § 5 des Gesetzes vom 27. Juni 1873 hinweist und zu dessen Ausarbeitung schon im Jahr 1870 der Reichstag des norddeutschen Bunds die Anregung gegeben hatte, ist bisher nicht zu stande gekommen.

Nach Kreierung des Reichseisenbahnamts wurde diese Behörde mit der Ausarbeitung eines bezüglichen Gesetzentwurfs betraut. Der Entwurf ward auch 1874 der Öffentlichkeit und den verbündeten Regierungen zur Äußerung übergeben, fand aber wegen des im ganzen beobachteten radikalen Standpunkts geteilte Aufnahme. Hierauf wurde der Entwurf zurückgezogen und einer Überprüfung unterworfen; aus dieser ging der im Frühjahr 1875 veröffentlichte vorläufige Entwurf zu einem Reichseisenbahngesetz hervor, welcher ebenfalls nicht an die gesetzgebenden Faktoren gelangte.

Auf Grund der verfassungsmäßigen Zuständigkeit ist vom Reich eine Reihe wichtiger, auf das Eisenbahnwesen bezüglicher allgemeiner Verordnungen erlassen worden.

Zunächst veröffentlichte der Bundesrat ein B a h n p o l i z e i r e g l e m e n t vom 3. Juni 1870, ersetzt durch ein neues von 1875. Es erfuhr weitere Abänderungen 1878 und 1881. Mit diesen und einigen weiteren Änderungen wurde es unter dem 30. November 1885 mit Giltigkeit vom 1. April 1886 kundgemacht.

Ferner erließ der Bundesrat eine S i g n a l o r d n u n g (4. Januar 1875), welche nach einigen Abänderungen durch Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 30. November 1885 veröffentlicht ward, dann eine B a h n o r d n u n g für die Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung, vom 12. Juni 1878.

Auch setzte der Bundesrat auf Grund der

einschlägigen Bestimmungen der Reichsverfassung unter dem 30 November 1885 einheitliche Normen für die Konstruktion und Ausrüstung der Eisenbahnen Deutschlands fest.

Ferner erließ der Bundesrat 1870 ein Betriebsreglement, welches am 11. Mai 1874 durch ein neues ersetzt ward.

Diese Verordnungen sind auf Grund der Art. 42, 43 und 45 der Reichsverfassung ergangen, finden also auf Bayern keine Anwendung. Im Königreich Bayern sind indessen über dieselben Gegenstände Verordnungen erlassen worden, welche im wesentlichen mit den vorstehenden übereinstimmen.

Weitere, das Eisenbahnwesen betreffende, für das Deutsche Reich erlassene Bestimmungen enthalten unter anderm das Gesetz vom 7. Juni 1871 über die Verbindlichkeit zum Schadenersatz für die beim Betrieb von Eisenbahnen herbeigeführten Tötungen und Körperverletzungen; das Gesetz vom 25. Februar 1876, betreffend die Beförderung von Ansteckungsstoffen bei Viehbeförderungen auf Eisenbahnen; die Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 13. Juli 1879, betreffend Bestimmungen über die Verladung und Beförderung von lebenden Tieren auf Eisenbahnen; ebenso wurden auch die Beziehungen der Eisenbahnen zur Militär-, Post-, Reichstelegraphen- und Zollverwaltung vom Reich geregelt, und zwar zur:

α) M i l i t ä r v e r w a l t u n g. Die grundlegenden Bestimmungen für die Verpflichtungen der deutschen Eisenbahnen im Interesse der Militärverwaltung sind enthalten in Art. 41, 46, Abs. 3 und 47 der Verfassung. Zur Ausführung dieser Bestimmungen sind ergangen: das Reichsgesetz über die Kriegsleistungen vom 13. Juni 1873, welches in den §§ 29—31, und das Reichsgesetz über die Naturalleistungen für die bewaffnete Macht im Frieden vom 13. Februar 1875, welches im § 15 die auf die Eisenbahnen bezüglichen Bestimmungen enthält. Zu ersterem Gesetz hat der Bundesrat unterm 1. April 1876 eine Ausführungsverordnung erlassen, in deren Abschnitt VI die besonderen Bestimmungen über die Eisenbahnen getroffen sind. Nähere Bestimmungen in Bezug auf die Ausführung der Verpflichtungen der Eisenbahnen enthalten die Kriegstransportordnung vom 16. Januar 1887 (Allerh. Verordnung vom 26. Januar 1887 betreffend die Militärtransportordnung für Eisenbahnen im Krieg), der Militärtarif für die Eisenbahnen (Bekanntmachung des Reichskanzlers vom 28. Januar 1887) und die Friedenstransportordnung vom 11. Februar 1888 (Allerh. Verordnung betreffend die Militärtransportordnung für Eisenbahnen im Frieden).

β) P o s t v e r w a l t u n g. Die Verpflichtungen der deutschen (ausschließlich der bayrischen und württembergischen) Eisenbahnen gegenüber der Reichspostverwaltung sind festgestellt in dem Gesetz vom 20. Dezember 1875 (Eisenbahnpostgesetz), betreffend die Abänderung des § 4 des Gesetzes über das Postwesen des Deutschen Reichs vom 28. Oktober 1871, zu welchem der Reichskanzler unter dem 9. Februar 1876 Vollzugsbestimmungen erlassen hat (mit Änderungen aus den Jahren 1878 und 1882). Über die Verpflichtungen der Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung zu Leistungen für Zwecke des Postdienstes ist durch Erlaß des Reichskanzlers vom 28. Mai 1879 Bestimmung getroffen. Das Eisenbahngesesetz findet nur Anwendung auf die Staatsbahnen, die nach seinem Erlaß konzessionierten und diejenigen älteren Privatbahnen, bei welchen dies nach ihren Konzessionen zulässig ist. Die übrigen Privatbahnen haben die Berechtigung, an Stelle der konzessionsmäßigen, die Verpflichtungen des Eisenbahnpostgesetzes zu übernehmen. (Art. 11 des Ges.)

γ) R e i c h s t e l e g r a p h e n v e r w a l t u n g. Die Verpflichtungen der deutschen (ausschließlich der bayr. und württemb.) Eisenbahnverwaltungen gegenüber der Reichspostverwaltung sind durch Beschluß des Bundesrats des norddeutschen Bunds vom 21. Dezember 1868 festgestellt.

Bayern und Württemberg besitzen nach Art. 52 der Reichsverfassung bezüglich der Telegraphenverwaltung ein Reservatrecht; die Verwaltung der Telegraphen untersteht derselben obersten Leitung und Aufsicht durch das auswärtige Ministerium, wie die Verwaltung der Staatsbahnen; die Beziehungen der Telegraphen- zur Eisenbahnverwaltung werden also im Verwaltungsweg geregelt.

δ) Z o l l v e r w a l t u n g. Die Verpflichtungen der deutschen Eisenbahnen gegenüber der Zollverwaltung sind in dem Vereinszollgesetz vom 1. Juli 1869, insbesondere im Abschnitt VII (§§ 59—73) enthalten. Über die zollamtliche Behandlung der Güter- und Passagiereffektenbeförderung hat der Bundesrat in Gemäßheit des § 73 des Vereinszollgesetzes ein Eisenbahnzollregulativ, zuletzt unter dem 5. Juni 1888 erlassen.

Indem so die Reichsgewalt die ihr von der Reichsverfassung gegebenen Befugnisse in Bezug auf das Eisenbahnwesen möglichst benutzte, um Ordnung und Einheitlichkeit in das deutsche Eisenbahnwesen zu bringen, verliert, wie schon vorhin erwähnt wurde, die Eisenbahngesetzgebung der einzelnen Staaten mehr und mehr an Bedeutung.

1875 tauchte der großartige Plan des Reichskanzlers auf, die sämtlichen auf dem Gebiet des Deutschen Reichs befindlichen Eisenbahnen in Reichseisenbahnen zu verwandeln, und rief in der Litteratur eine große Bewegung hervor. Nachdem das Projekt seitens der Mittelstaaten unüberwindlichem Widerstand begegnete, wurde zunächst die preußische Regierung mit Gesetz vom 4. Juni 1876 ermächtigt, ihren Staatsbahnbesitz und die Oberaufsichtsrechte über die Privatbahnen an das Reich entgeltlich abzutreten. Das Reich hat hiervon keinen Gebrauch gemacht, da die mannigfachen Einwände, welche gegen das ursprüngliche Projekt erhoben wurden, für das reduzierte Projekt nur noch zutreffender erschienen.

Das Reich ist lediglich Eigentümer des elsaß-lothringischen Eisenbahnnetzes, welches seit 1. Januar 1872 für seine Rechnung von der dem Reichsamt für die Verwaltung der Reichseisenbahnen unterstellten Generaldirektion der elsaß-lothringischen Bahnen verwaltet wird. Zu erwähnen ist ferner, daß das Reich seit dem Jahr 1887/88 aus strategischen Rücksichten die Durchführung umfangreicher Ergänzungsanlagen (zweiter Gleise, Kreuzungsgleise, Ergänzung der Betriebs- und Ladeeinrichtungen auf Staats- und Privatbahnen), sowie aus gleichen Rücksichten auch den Bau

mehrerer Verbindungslinien in Bayern, Baden, Sachsen veranlaßte.

V. Technischer Charakter der deutschen Bahnen.

Die technische Gestaltung der deutschen Eisenbahnen zeigt in den ersten Jahrzehnten den Mangel jeder Einheitlichkeit. Der Grund hiervon liegt einerseits in der politischen Zerstücklung, andererseits in dem Mangel eines gleichgeschulten Ingenieurcorps. Einheimische Ingenieuroffiziere, in der Fremde gebildete und wirklich fremde Techniker übten die ersten bedeutsamen Einflüsse auf die deutsche Eisenbahntechnik aus und kamen erst in zweiter und dritter Baugeneration die an den deutschen Schulen gebildeten Techniker hinzu. Unter solchen Verhältnissen kann es nicht Wunder nehmen, daß jede neue Bahn in ihren Anlagen Abweichungen von den bereits bestehenden zeigte.

So unerquicklich diese Erscheinung auch im allgemeinen war, so hatte sie doch die Entwicklung der Eisenbahntechnik insoferne gefördert, als durch dieselbe bei jedem Bauleiter das Bestreben nach Verbesserung und Vervollkommnung der Bauausführung wachgerufen wurde.

Die Einheitlichkeit des Baues wurde zunächst, und ehe man noch staatlicherseits darauf einwirkte, in außerordentlichem Maß durch den im Jahr 1847 gegründeten Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen und durch die aus demselben hervorgegangenen deutschen Technikerversammlungen gefördert (so insbesondere durch Aufstellung der „Technischen Vereinbarungen des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Hauptisenbahnen"). Seit der Wiederaufrichtung des Deutschen Reichs ist auch staatlicherseits für die möglichste Einheitlichkeit in der Anlage der deutschen Bahnen durch Erlassung einheitlicher Normen für die Konstruktion und Ausrüstung der Eisenbahnen vorgesorgt worden.

Was den technischen Charakter der deutschen Bahnen betrifft, so mußten die Bahnen, da die Industrie und der Handel nur schwach entwickelt, die Bevölkerung wenig dicht und das Kapital für industrielle Unternehmungen schwer aufzubringen war, möglichst wohlfeil gebaut sein. Man umging also zunächst lieber die Thäler und Höhen, statt kostspielige Brücken- und Tunnelbauten auszuführen; in Steigungen, Krümmungen und Gefällen schmiegte man sich den Unebenheiten des Bodens an und ließ die Bahnen oft auf lange Strecken alle Krümmungen der Flußthäler mitmachen.

Infolge des Holzreichtums und der geringen Entwicklung der Eisenindustrie herrschten anfangs die Holzkonstruktionen vor. Diese Umstände, wie nicht minder die Anwendung des breitbasigen Schienensystems, welches für Vollbahnen von Kunz, dem Erbauer der Leipzig-Dresdner Bahn zuerst auf dem Kontinent gewagt wurde, haben wesentlich dazu beigetragen, den Herstellungspreis der Bahnen auf der mäßigen Höhe zu halten, der den Verkehrs- und Volksvermögensverhältnissen entsprach.

Dank den durch die Eisenbahnen selbst hervorgerufenen Fortschritten in der Herstellung von Stahl und Eisen ging man allmählich zur Anwendung des ersteren zur Herstellung von Schienen, Radreifen, Achsen, Scheibenräder und dergl., sowie des Eisens für Brücken, Hallen, Oberbau etc. über. Von sonstigen Fortschritten, welche man sich in Deutschland zu nutze machte, sind insbesondere jene zu erwähnen, welche die Sicherheit des Betriebs bezweckten (stärkerer Oberbau, Weichensicherungen, verbesserte Radreifenbefestigungen, durchgehende Bremsen, Sicherheitskuppelungen, Dampfstrahlpumpen u. s. w.).

Allen Ländern Europas voran ging Deutschland in der soliden, neuester Zeit sogar luxuriösen Anlage der Hochbauten, namentlich der Empfangsgebäude, in der mustergültigen Konstruktion von Perronhallen und Eisenbrücken, sowie in der allen Anforderungen an Bequemlichkeit entsprechenden Ausstattung der Personenwagen (Beheizungs-, Beleuchtungseinrichtungen, u. s. w.).

Sowohl der großen Vervollkommnung der Anlage und Betriebseinrichtung, als der Verläßlichkeit und Schulung des Personals ist es zuzuschreiben, daß die Sicherheit und Pünktlichkeit des deutschen Eisenbahnbetriebs eine Höhe erreicht hat, welche kaum in einem andern Land übertroffen wird.

Litteratur: List, Über ein sächsisches Eisenbahnsystem als Grundlage eines allgemeinen deutschen Eisenbahnsystems, Leipzig 1833; Scharrer, Deutschlands erste Eisenbahn mit Dampfkraft, Nürnberg 1836; Bericht des Komitees für Eisenbahnen im Großherzogtum Baden an das Ministerium des Innern über die Rätlichkeit und Notwendigkeit der Anlegung von Eisenbahnen, Karlsruhe 1837; v. Reden, Die Eisenbahnen Deutschlands, Berlin 1843; Chatelier, Les chemins de fer d'Allemagne, Paris 1845; Koch, Deutschlands Eisenbahnen, Marburg und Leipzig 1860; Michaelis, Deutschlands Eisenbahnen, Leipzig 1863; Schmeidler, Geschichte des deutschen Eisenbahnwesens, Leipzig 1871; Fischer, Die Verkehrsanstalten des Deutschen Reichs, Berlin 1871; Stürmer, Geschichte der Eisenbahnen Brombergs, I. Teil 1872, II. Teil 1876; Wagner, Das Eisenbahnwesen als Glied des Verkehrswesens, Leipzig 1877; Entstehung und Entwicklung der Eisenbahnen in Oldenburg bis 1878, Oldenburg 1878; Sax, Die Eisenbahnen, Wien 1879; Herzfeld, Eisenbahnatlas, Hannover 1880; Haberer, Geschichte des Eisenbahnwesens, Wien 1884; Weber, Schule des Eisenbahnwesens, Leipzig 1885; Die historische Entwicklung des deutschen und deutsch-österreichischen Eisenbahnnetzes vom Jahr 1838—1881, herausgegeben vom kgl. preußischen statistischen Bureau, bearbeitet von Ernst Kühn, Berlin 1883 und 1887; Statistik der im Betrieb befindlichen Eisenbahnen Deutschlands, nach den Angaben der Eisenbahnverwaltungen bearbeitet im Reichseisenbahnamt, Bd. I—IX, Berlin 1881—1889; Statistische Nachrichten von den Eisenbahnen des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen, Berlin 1860—1889; Riegels, Verkehrsgeschichte der deutschen Eisenbahnen, Elberfeld 1889; A. v. Meyer, Geschichte und Geographie der deutschen Eisenbahnen, Berlin 1890; Stengel, Wörterbuch des deutschen Verwaltungrechts, Freiburg a. B., 1890 (Artikel „Eisenbahnwesen"); Koch, Handbuch für den Eisenbahn-Güterverkehr, Berlin 1890. Dr. Röll.

Geschichtstafel der Eröffnungen der deutschen Eisenbahnen.

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
1835		
Ludwigs-Eisenbahn	Nürnberg-Fürth	6,04
1837		
Leipzig-Dresden	Leipzig-Gerichshain	14,10
1838		
Berlin-Potsdam-Magdeb.	Berlin-Potsdam	26,12
Leipzig-Dresden	Gerichshain-Riesa Dresden-Oberau	73,82
Bergisch-märkische	Düsseldorf-Erkrath	8,70
Braunschweigische Eisenbahn	Braunschweig-Wolfenbüttel	11,85
		120,49
1839		
Mülhausen-Thann	Mülhausen-Thann	20,22
Taunus-Eisenbahn	Frankfurt-Hattersheim	14,80
Magdeburg-Leipzig	Magdeburg-Kalbe	27,45
Rheinische Eisenbahn	Köln-Müngersdorf	6,68
Maximiliansbahn	München-Maisach	24,89
Leipzig-Dresden	Riesa-Oberau	27,50
		121,54
1840		
Straßburg-Basel	Benfeld-Kolmar u. Mülhausen-St. Ludwig	66,32
Taunus-Eisenbahn	Hattersheim-Wiesbaden	27,02
Magdeburg-Leipzig	Kalbe-Leipzig	91,65
Rheinische Eisenbahn	Müngersdorf-Lövenich	2,62
Maximiliansbahn	Maisbach-Augsburg	36,96
Badische Staatsbahnen	Mannheim-Heidelberg	18,46
Berlin-Anhalt. Eisenb.	Rosslau-Dessau und Köthen	59,12
Braunschweigische Eisenbahn	Wolfenbüttel-Schladen	16,30
		318,45
1841		
Straßburg-Basel	Königshofen-Benfeld u. Kolmar-Mülhausen	60,69
Rheinische Eisenbahn	Lövenich-Aachen	60,60
Bergisch-märkische	Erkrath-Elberfeld-Steinbeck	17,90
Berlin-Anhalt. Eisenb.	Berlin-Wittenberg	94,79
Braunschweigische Eisenbahn	Schladen-Vienenburg	8,90
		242,88
1842		
Berlin-Frankfurt	Berlin-Frankfurt a. O.	81,20
Berlin-Stettin	Berlin-Angermünde	70,67
Sächsisch-bayr. Bahn	Leipzig-Altenburg	38,49
Oberschlesische Eisenb.	Breslau-Brieg	41,50
Hamburg-Bergedorf	Bergedorf-Hamburg	14,39
		246,25
1843		
Hannöverische Staatsb.	Lehrte-Peine	35,20
Berlin-Stettin	Angermünde-Stettin	63,74
Magdeburg-Halberstadt	Magdeburg-Halberstadt	59,69
Rheinische Eisenbahn	Aachen-Herbesthal	15,92
Badische Staatsbahnen	Heidelberg-Karlsruhe	55,89
Oberschlesische Eisenb.	Brieg-Oppeln	40,10
Breslau-Schweidnitz-Freiburg	Breslau-Freiburg	57,52
Braunschweigische Eisenbahn	Vienenburg-Harzburg und Wolfenbüttel-Oschersleben	61,70
		389,76
1844		
Straßburg-Basel	Königshofen-Straßburg u. St. Ludwig-Basel	6,07
Niederschles.-märkische	Breslau-Liegnitz	63,06
Hannöverische Staatsb.	Lehrte-Hannover	6,76
Bonn-Köln	Köln-Bonn	32,50
Ludwigs-Süd-Nordb.	Augsburg-Donauwörth u. Nürnberg-Bamberg	102,18
Sächsisch-bayr. Eisenb.	Altenburg-Krimmitschau	24,33
Badische Staatsb.	Karlsruhe-Offenburg Appenweier-Kehl	86,24
Altona-Kiel	Altona-Kiel	107,06
Breslau-Schweidnitz-Freiburg	Königszelt-Schweidnitz	10,18
Braunschweigische Eisenbahn	Braunschweig-Vechelde	18,58
		456,96
1845		
Niederschles.-märkische Eisenbahn	Liegnitz-Bunzlau	45,31
Hannöverische Staatsb.	Lehrte-Celle	27,90
Köln-Minden	Deutz-Düsseldorf	
Sächs.-schles. Eisenb.	Dresden-Bischofswerda	
Sächsisch-bayr. Eisenb.	Krimmitschau-Werdau	38,50
Württemberg. Staatsb.	Cannstatt-Esslingen	60,35
Badische Staatsb.	Offenburg-Freiburg Oos-Baden	9,92
Oberschlesische Eisenb.	Oppeln-Schwientochlowitz	67,09
		98,20
Rendsburg-Neumünster	Rendsburg-Neumünster	34,58
Holsteinische Marschb.	Elmshorn-Glückstadt	16,70
		398,55
1846		
Niederschl.-märkische Eisenbahn	Bunzlau-Frankf. a. O. Kohlfurt-Görlitz	196,79
Hannöverische Staatsb.	Lehrte-Hildesheim	24,88
Berlin-Stettin	Stettin-Stargard	34,73
Köthen-Bernburg	Köthen-Bernburg	
Berlin-Potsdam-Magdeb.	Potsdam-Magdeburg	143,58
Köln-Minden	Düsseldorf-Duisburg	24,70
Ludwigs-Süd-Nordbahn	Bamberg-Neuenmarkt	74,38
Sächs.-schles. Eisenb.	Bischofswerda-Löbau	
Sächsisch-bayr. Eisenb.	Werdau-Reichenbach	57,86
Württembergische Staatsbahnen	Esslingen-Plochingen u. Kannst.-Ludwigsb.	27 20
Main-Neckar	Frankfurt-Heidelberg	87,50
Oberschlesische Eisenb.	Glogau-Hansdorf Schwientochlowitz-Myslowitz	123,28
Wilhelmsbahn	Cosel-Ratibor	
Berlin-Hamburg	Berlin-Bergedorf	271,18
Thüringische Eisenbahn	Halle-Weimar	87,00
		1153,08
1847		
Sächsisch-schles. Eisenb.	Görlitz-Landesgrenze	14,86
Hannöverische Staatsb.	Celle-Harburg und Wunstorf-Bremen Hannover-Minden	287,51
Taunusbahn	Höchst-Soden	6,60
Köln-Minden	Duisburg-Minden und Rheinbahnhof	206,20
Ludwigs-Süd-Nordbahn	Augsburg-Kaufbeuren	60,04
Sächs.-schles. Eisenb.	Löbau-Görlitz	
Riesa-Chemnitz	Riesa-Limmeritz	37,32
Württembergische Staatsbahnen	Plochingen-Süssen Ludwigsb.-Bietigheim Friedrichshafen-Ravensburg	55,98
Bergisch-märkische	Elberfeld-Schwelm	
Prinz Wilhelm-Eisenb.	Vohwinkel-Kupferdreh-Überruhr	42,22
Neisse-Brieg	Brieg-Neisse	
Oberschlesische Eisenb.	Myslowitz-Slupna	
Wilhelmsbahn	Ratibor-Annaberg	128,09
Stargard-Posen	Stargard-Woldenberg	
	Fürtrag	838,82

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
	Übertrag	838,82
Thüringische Eisenbahn	Weimar-Eisenach	78,10
Mecklenburgische Eisenbahn	Hagenow-Schwerin	28,30
Pfälzische Ludwigsb.	Ludwigshafen-Neustadt	
	Schifferstadt-Speyer	38,38
		983,60
1848		
Münster-Hamm	Hamm-Münster	34,71
Frankf. a. M.-Offenbach	Frankf. a. M.-Offenbach	4,66
Köln-Minden	Oberhausen-Ruhrort	10,14
Ludwigs-Süd-Nordbahn	Neuenmarkt-Sächs. Gr.	65,82
Sächs.-böhm. Eisenb.	Dresden-Pirna	
Löbau-Zittau	Löbau-Zittau	
Sächsisch-bayr. Bahn	Plauen-Hof	86,60
Untere Neckarbahn	Bietigheim-Heilbronn	29,21
Badische Staatsbahnen	Freiburg-Effringen	49,99
Bergisch-märkische Eisenbahn	Hümme-Graben und Karlshafen	
	Hagen-Dortmunderfeld	
	Guxhagen-Bebra	
	Grabenstein-Kassel	
	Dortmund-Schwelm	133,88
Stargard-Posen	Woldenberg-Posen	
Wilhelmsbahn	Annaberg-Landesgrenze	115,02
Berlin-Anhalt. Eisenb.	Jüterbog-Röderau	80,14
Hessische Ludwigsbahn	Frankfurt-Hanau	21,30
Mecklenburgische Eisenbahn	Schwerin-Wismar	32,15
Pfälzische Ludwigsbahn	Frankenstein-Homburg	50,90
		714,52
1849		
Main-Weserbahn	Kassel-Wabern	33,90
Magdeburg-Halberstadt	Magdeburg-Wittenberge	108,99
Ludwigs-Süd-Nordbahn	Donauwörth-Nürnberg	130,02
Württembg. Staatsb.	Süssen-Geislingen und Ravensbg.-Biberach	57,85
Bergisch-märkische	Homberg-Viersen	
	Haueda-Hümme und Bebra-Gerstungen	72,98
Oberschlesische Eisenb.	(Grubenbahn) Gleiwitz-Gleiwitzer Hütte	0,92
Thüringische Eisenb.	Eisenach-Gerstungen	24,36
Pfälzische Ludwigsbahn	Neustadt-Frankenstein u. Homburg-Bexbach	26,35
		455,37
1850		
Paris-Straßburg	Novéant-Metz	15,73
Westfälische Eisenb.	Paderborn-Hamm	
Main-Weserbahn	Wabern-Gießen und Frankfurt-Butzbach	223,32
Saarbrücker Eisenbahn	Bexbach-Neunkirchen und Grubenbahnen	12,92
Sächs.-böhm. Eisenb.	Pirna-Krippen	24,25
Württembg. Staatsb.	Geislingen-Biberach	70,91
Mecklenburg. Eisenb.	Kleinen-Rostock und Bützow-Güstrow	85,02
		432,15
1851		
Paris-Straßburg	Metz-Forbach u. Saarburg-Straßburg	139,79
Preußische Ostbahn	Kreuz-Bromberg	145,44
Westfälische Eisenb.	Haueda-Warburg	
Main-Weserbahn	Butzbach-Langgöns	12,63
Saarbrücker Eisenbahn	Grubenbahn nach Reden	0,59
Sächs.-böhm. Eisenb.	Krippen-Bodenbach	
Sächs.-bayr. Bahn	Reichenbach-Plauen	34,52
Badische Staatsb.	Efringen-Haltingen (schweizer. Grenze)	9,36
Bergisch-märkische	Viersen-Gladbach	8,50
Berlin-Hamburg	Büchen-Lauenburg	12,91
Lübeck-Büchen	Lübeck-Büchen	47,21
		410,95
1852		
Paris-Straßburg	Forbach-Saarbrücken u. Deutsch Avricourt-Saarburg	25,54
Preußische Ostbahn	Bromberg-Danzig u. Marienburg-Braunsberg	243,88
Main-Weserbahn	Langgöns-Gießen	9,39
	Fürtrag	278,81
	Übertrag	278,81
Saarbrücker Eisenbahn	Neunkirchen-Stieringen	29,07
Ludwigs-Süd-Nordbahn	Kaufbeuren-Kempten	
Bayrische Staatsbahnen	Bamberg-Schweinfurt	96,83
Sächsische Staatsb.	Limmeritz-Chemnitz	
	Dresdner Vbdgsb.	37,00
Bergisch-märkische	M.-Gladb.-Herzogenrath	47,70
Oberschlesische Eisenb.	Kattowitz-Emanuelsegen	11,72
		501,13
1853		
Preußische Ostbahn	Braunsberg-Königsberg	61,92
Hannöverische Staatsb.	Hannover-Alfeld	
Westfälische Eisenb.	Warburg-Paderborn	115,89
Ludwigs-Süd-Nordbahn	Kempten-Lindau	
Bayrische Staatsbahnen	Augsburg-Dinkelscherben u. Burgau-Neuulm	175,18
Württembg. Staatsb.	Bietigheim-Bretten	40,24
Badische Staatsb.	Bruchsal-Bretten	14,89
Bergisch-märkische Eisenbahn	Aachen M.-Herzogenrath u. M.-Gladbach-Alt-Oberkassel	37,40
Breslau-Schweidnitz-Freiburg	Freiburg-Waldenburg und Hermstorf	16,97
Hessische Ludwigsbahn	Mainz-Worms (hess.-bayrische Grenze)	47,40
Pfälzische Ludwigsbahn	Hess. Gr.-Ludwigshafen	18,48
		528,37
1854		
Paris-Straßburg	Metz-Diedenhofen	33,95
Hannöverische Staatsb.	Alfeld-Göttingen	
Westfälische Eisenb.	Papenburg-Emden	100,83
Bayrische Staatsb.	Schweinfurt-Preuß. Gr.	
	Dinkelscherben-Württembergische Grenze	
	München-Großhessellohe	
	München-Starnberg	208,99
Sächsische Staatseisenb.	Zwickau-Kainsdorf	4,08
Bergisch-märkische	Altoberkassel-Oberkassel	0,90
Südschleswigsche Eisenbahn	Flensburg-Tönning (Rendsburg)	126,28
Hessische Ludwigsbahn	Hanau-Landesgrenze (Aschaffenburg)	3,60
		478,63
1855		
Straßburg-Basel	Vendenheim-Weissenburg (bayr. Gr.)	59,92
Hannöverische Staatsb.	Löhne-Osnabrück	47,75
Rheinische Eisenbahn	Köln-Neuß	34,48
Albertbahn	Dresden-Tharandt	13,84
Badische Staatsb.	Haltingen-Basel	2,43
Bergisch-märkische Eisenbahn	Dortmund-Soest	53,52
Wilhelmsbahn	Nendza-Czernitz und Ratibor-Woinowitz	25,10
Breslau-Schweidnitz-Freiburg	Reichenbach-Schweidnitz	17,96
Maximiliansbahn	Neustadt-Reichsgrenze (Weissenburg)	44,55
		299,55
1856		
Hannöverische Staatsb.	Osnabrück-Rheine	
	Göttingen-Kassel	
Westfälische Eisenb.	Münster-Rheine	
	Rheine-Papenburg	240,87
Nassauische Rhein- und Lahnbahn	Wiesbaden-Rüdesheim	31,77
Köln-Minden	Oberhausen-Landesgr. (Elten)	72,61
Rheinische Eisenbahn	Bonn-Rolandseck	
	Neuß-Crefeld	32,90
Sächsische Staatseisenb.	Elbquaibahn u. kleinere Kohlenbahnen	22,51
Badische Staatsb.	Basel-Waldshut	55,60
Oberschlesische Eisenb.	Breslau-Posen	
Wilhelmsbahn	Czernitz-Nikolai und Woinowitz-Leobschütz	237,14
Breslau-Schweidnitz-Freiburg	Königszelt-Liegnitz	46,14
Thüringische Eisenbahn	Leipzig-Corbetha	31,11
Braunschweig. Eisenb.	Börssum-Kreiensen	60,54
		831,19

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
1857		
Paris-Straßburg	Mülhausen-Dammerkirch	25,98
Niederschlesisch-märkische Eisenbahn	Anschluß auf Bahnhof Frankfurt a. O. nach Küstrin	0,84
Preußische Ostbahn	Dirschau-Marienburg Frankfurt a. O.-Küstrin-Kreuz	152,47
Magdeburg-Leipzig	Schönebeck-Staßfurt-Lödderburg	25,92
Bayrische Staatsbahnen	Großhesselohe-Rosenheim	62,94
Sächsische Staatseisenb.	Windberg-Kohlenbahn	1,36
Oberschlesische Eisenb.	Lissa-Glogau	44,47
Berlin-Anhalt. Eisenb.	Dessau-Bitterfeld	25,56
Holsteinische Marschb.	Glückstadt-Itzehoe	17,47
Pfälzische Ludwigsbahn	Homburg-Zweibrücken	11,13
		368,14
1858		
Paris-Straßburg	Dammerkirch-Belfort	9,67
Nassauische Eisenbahn Saarbrücker Eisenbahn	Lahnstein-Ems Saarbrücken-Merzig	53,31
Rheinische Eisenbahn	Rolandseck-Koblenz	44,30
Bayrische Staatsbahnen Bayrische Ostbahnen	Rosenheim-Kufstein München C. B.-Landshut	104,80
Sächsische Staatsb.	Chemnitz-Zwickau Kainsdorf-Schwarzenberg	97,34
Wilhelmsbahn	Nikolai-Idaweiche	9.10
Rhein-Nahebahn	Bingerbrück-Kreuznach	16,90
Chemnitz-Würschnitz	Wüstenbraud-Lugau	11,30
Breslau-Schweidnitz-Freiburg	Reichenbach-Frankenstein	21,72
Rechte Oderufer-Eisenb.	Oppeln-Tarnowitz	76,04
Braunschweig. Eisenb.	Helmstedt-Jerxheim	22,07
Hessische Ludwigsbahn	Mainz-Aschaffenburg	74,58
Werra-Eisenbahn	Eisenach-Sonneberg	149,10
		690,23
1859		
Paris-Straßburg	Diedenhofen-Luxemburgische Grenze	13,33
Hinterpommersche Eisenbahn	Stargard-Köslin u. Kolberger Hafenbahn	172,49
Saarbrücker Bahn	Kohlenbahn b. Sulzbach	1,03
Köln-Minden	Deutz-Eitorf	44,37
Rheinische Eisenbahn	Koblenz-Bingerbrück Verbindungsbahnen bei Köln	68,05
Bayrische Ostbahnen Bayrische Staatsbahnen	Nürnberg-Landshut Geiselhöring-Straubing Gunzenhausen-Ansbach	260,74
Sächsische Staatsb.	Niederschlema-Schneeberg	5,20
Obere Neckarbahn	Plochingen-Reutlingen	34,40
Badische Staatsb.	Durlach-Wilferdingen Waldshut-Mitte Rheinbrücke	14,16
Bergisch-märkische	Hagen-Hengstei-Letmathe Duisburg-Hochfeld	25,20
Oberschlesische Eisenb.	Myslowitz-Oswiecim Schoppinitz-Sosnowice Kattowitz-Karolinengrube I. Morgenroth-Tarnowitz	48,56
Rhein-Nahebahn	Kreuznach-Oberstein	51,00
Zittau-Reichenberg	Zittau-Reichenberg	26,61
Berlin-Anhalt. Eisenb.	Bitterfeld-Leipzig Wittenberg-Halle	98,21
Thüringische Eisenbahn	Weißenfels-Gera	59,51
Hessische Ludwigsbahn	Mainz-Bingen Verbindungsbahn in Frankfurt a. M.	36,44
Werra-Eisenbahn	Koburg-Lichtenfels	12,94
		972,24
1860		
Preußische Ostbahn	Königsberg-Eydtkuhnen (Landesgr.)	153,06
Hannöverische Staatsb.	Bremen-Weserbahnhof	2,13
	Fürtrag	155,19
	Übertrag	155,19
Nassauische Eisenb. Saarbrücker Eisenbahn Homburger Eisenbahn	Ems-Nassau Merzig-Trier Frankfurt a. M.-Homburg	75,59
Köln-Minden	Eitorf-Wissen	28.30
Bayrische Staatsbahnen Bayrische Ostbahnen	Rosenheim-Salzburg Straubing-Passau (Landesgrenze)	161,06
Leipzig-Dresden	Coswig-Meissen	8,70
Bergisch-märkische	Langendreer-Bochum und Witten Herdecke-Hengstei Altena-Letmathe	25,13
Oberschlesische Eisenb.	Königshütte-Schwientochlowitz	3,04
Rhein-Nahebahn	Oberstein-Neunkirchen	52,70
		509,71
1861		
Französische Ostbahn	Königshofen-Kehl	8,48
Preußische Ostbahn	Bromberg-Thorn	49,78
Saarbrücker Eisenbahn	Karthaus-Wasserbillig Burbach-Stieringen und Ensdorf-Griesborn	10,99
Köln-Minden	Wissen-Burbach und Betzdorf-Siegen	46,48
Bayrische Ostbahnen Bayrische Staatsb.	Schwandorf-Österr. Gr. (Furth i. W.) Holzkirchen-Miesbach Hochstadt-Gundelsdorf	112,18
Remsbahn Obere Neckarbahn	Kannstadt-Wasseralfingen Reutlingen-Rottenburg	99,20
Badische Staatsbahnen	Wilferdingen-Pforzheim	0,33
Ruhr-Siegbahn	Altena-Siegen	76,20
Oberschlesische Eisenb.	Kunigundenweiche-Louisenglückgrube	2,80
		406,44
1862		
Preußische Ostbahn	Thorn-Ottlotschin (Gr.)	14,85
Hannöverische Staatsb.	Bremen-Geestemünde-Bremerhafen	71,26
Nassauische Eisenb.	Nassau-Weilburg und Rüdesheim-Lahnstein	114,02
Magdeburg-Halberstadt	Halberstadt-Thale	28,73
Köln-Minden	Burbach-Gießen	64,82
Bayrische Staatsb.	Nürnberg-Fürth Neuulm-Memmingen	57,69
Sächsische Staatsbahnen	Tharandt-Freiberg	
Leipzig-Dresden	Priestewitz-Großenhain	31,34
Kocherbahn	Heilbronn-Hall	53,83
Badische Staatsbahnen	Basel-Schopfheim Heidelberg-Neckargemünd Neckarelz-Mosbach Neckargemünd-Meckesheim-Neckarelz	57,98
Karlsruher Rheinbahn	Karlsruhe-Maxau	
Vordere Wiesenthalbahn	Basel-Schopfheim	29,45
Bergisch-märkische	Langendreer-Dortmund u. Bochum-Styrum Hochfeld-Rhein-Ruhrkanal Styrum-Duisburg und Oberhausen Langendreer-Laer Verbindungskurve Dortmunderfeld	56,33
Hessische Ludwigsbahn	Gustavsburg-Bischofsheim	4,17
		584,47
1863		
Französische Ostbahn	Thann-Wesserling Diedenhofen-Fentsch	31,38
Nassauische Eisenb.	Weilburg-Wetzlar	23,05
Berlin-Stettin	Angermünde-Stralsund u. Züssow-Wolgast Stettin-Pasewalk	237,12
Köln-Minden	Düsseldorfer Verbindungsbahn	2,48
Rheinische Eisenbahn	Crefeld-Cleve*	64,80
	Fürtrag	358,83

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
	Übertrag	358,83
Bayrische Staatsbahnen	Nördlingen-Württembergische Grenze	
	Schwandorf-Weiden	144,09
	Weiden-Bayreuth	
Bayrische Ostbahnen	Gundelsdorf-Stockheim	
	Memmingen-Kempten	
Remsbahn	Wasseralfingen-Nördlingen	33,52
Badische Staatsb.	Pforzheim-Mühlacker	
	Waldshut-Konstanz	115,22
Bergisch-märkische	Steele-Dahlhausen	
	Überruhr-Steele	6,51
Oberschlesische Eisenb.	Landesgrenze-Oswiecim	2,41
Berlin-Anhalt. Eisenb.	Zerbst-Rosslau	12,18
Hessische Ludwigsbahn	Bischofsheim-Frankfurt	26,68
		699,44
1864		
Französische Ostbahn	Schlettstadt-Markirch und Zabern	
	Straßburg-Mutzig	
	Deutsch Avricourt-Dieuze	112,49
	Hagenau-Niederbronn	
Hannöverische Staatsb.	Lüneburg-Hohnstorf	
Westfälische Eisenb.	Altenbecken-Höxter	57,64
Köln-Minden	Umgangsbahn b. Ruhrort	4,04
Rheinische Eisenb.	Herbesthal-Eupen	
	Düren-Euskirchen	35,35
Bayrische Staatsbahnen	Ansbach-Würzburg	
Bayrische Ostbahnen	Weiden-Mitterteich	128,10
Württembergische Staatsbahnen	Aalen-Heidenheim	
Obere Neckarbahn	Rottenburg-Eyach	35,09
Bergisch-märkische	Letmathe-Iserlohn	5,50
Braunschweigische Eisenbahn	Büddenstedt-Trendelbusch	4,22
Hessische Ludwigsbahn	Worms-Monsheim	30,01
Kirchheimer Eisenbahn	Kirchheim-Unterboihingen	6,26
Mecklenburgische Eisenbahn	Güstrow-Neubrandenburg	87,62
Pfälzische Ludwigsbahn	Germersheim-Speyer	
Maximiliansbahn	Winden-Maximiliansau	29,59
		535,91
1865		
Französische Ostbahn	Saargemünd-Beningen	22,35
Niederschles.-märkische	Kohlfurt-Reibnitz und Görlitz-Lauban	88,77
Westfälische Eisenb.	Höxter-Holzminden	4,92
Magdeburg-Leipzig	Halle-Eisleben	37,78
Rheinische Eisenbahn	Cleve-Landesgrenze u. Griethausen	39,77
	Euskirchen-Mechernich	
Bayrische Staatsb.	Fürth-Würzburg	
	Starnberg-Penzberg	203,73
	Oberkotzau-Eger	
Bayrische Ostbahnen	Mitterteich-Eger	
Gössnitz-Gera u. Greiz-Brunn	Gössnitz-Gera und Brunn-Greiz	
Sächsische Staatsb.	Ölsnitz-Eger u. Herlasgrün-Ölsnitz	148,64
Badische Staatsb.	Dinglingen-Lahr	3,50
Wilhelmsbahn	Friedrichsgrube-Lazisk	9,40
Altona-Hamburger Verbindungsbahn	Altona-Schulterblatt	2,90
Lübeck-Büchen	Lübeck-Hamburg	63,48
Ostpreußische Südbahn	Königsberg-Pillau	46,08
Tilsit-Insterburg	Tilsit-Insterburg	53.82
Braunschweig. Eisenb.	Kreiensen-Holzminden	46,66
Pfälzische Nordbahnen	Neustadt-Dürkheim	13,49
		785,29
1866		
Französische Ostbahn	Beningen-Karlingen	10,55
Niederschles.-märkische	Reibnitz-Hirschberg	10,51
Preußische Ostbahn	Küstrin-Gusow	19,02
Hannöverische Staatsb.	Goslar-Vienenburg	12,80
Bebra-Hanau	Bebra-Fulda	
Magdeburg-Leipziger	Eisleben-Nordhausen	117,03
	Fürtrag	169,91

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
	Übertrag	169,91
Berlin-Stettin	Pasewalk-Mecklenburgische Grenze	
	Eberswalde-Freienwalde und Freienwalde-Wriezen	54,02
Magdeburg-Halberstadt	Aschersleben-Wegeleben	
	Bernburg-Aschersleben (Güsten-Staßfurt)	54,65
Rheinische Eisenb.	Osterath-Essen	33.98
Bayrische Staatsb.	Würzburg-Bad. Grenze	
	Tutzing-Unterpeissenberg	59,05
	Freilassing-Reichenhall	
Sächsische Staatsb.	Flöha-Chemnitz	
	Flöha-Annaberg	74,81
Leipzig-Dresden	Borsdorf-Grimma	
Wüttembg. Staatsb.	Heilbronn-Jagstfeld	
	Crailsheim-Goldshöfe	49,61
Obere Neckarbahn	Eyach-Horb	
Badische Schwarzwaldbahn	Offenburg-Hausach, Singen-Engen	129,30
Badische Staatsb.	Mosbach-bayr. Grenze (Würzburg)	
Bergisch-märkische	Viersen-Venlo	
	Unna-Hamm	37,71
Ostholsteinische Eisenbahn	Neumünster-Neustadt u. Ascheberg-Kiel	88,20
Nordschleswigsche Eisenbahn	Nordschleswigsche Weiche-Grenze und Woyens-Hadersleben	70,80
Berlin-Görlitz	Berlin-Cottbus	114,70
Berlin-Hamburg	Altonaer Verbindungsstrecke	3,98
Ostpreußische Südbahn	Königsberg-Bartenstein	58,04
Peine-Ilsede	Peine-Ilseder Hütte	7,95
Pfälzische Ludwigsbahn	Schwarzenacker-Hassel	14.10
		1020,81
1867		
Niederschles-märkische	Hirschberg-Waldenburg	51,15
Preußische Ostbahn	Gusow-Berlin	
	Danzig-Neufahrwasser	73,56
Magdeburg-Leipzig	Nüxei-Nordhausen	0,84
Bebra-Hanau	Hanau-Wächtersbach	
Hannöverische Staatsb.	Göttingen-Arenshausen	121,67
Frankfurt-Bebra	Nordhausen-Arenshausen	
Rheinische Eisenb.	Kempen-Landesgrenze	
	Mechernich-Call	38,13
	Essen-Wattenscheid	
Bayrische Staatsbahnen	München-Ingolstadt	84,26
Sächsische Staatsb.	Borna-Kieritzsch	
Leipzig-Dresden	Grimma-Leisnig	28,77
Kocherbahn	Hall-Crailsheim	
Obere Neckarbahn	Horb-Thalhausen	70.92
Badische Staatsb.	Mannheim-Ludwigshafen	
	Radolfzell-Stockach	31,02
	Lauda-Hochhausen	
Oldenburg. Staatsb.	Oldenburg-Bremen	41,61
	Wilhelmshafen-Oldenburg	52,37
Bergisch-märkische	Styrum-Ruhrort	
	Haan-Opladen und Ohligswald-Solingen	49,04
	Schwerte-Holzwickede und Hengstei	
Altona-Kiel	Altona-Blankenese	9,57
Nordschleswigsche Eisenbahn	Tingleff-Tondern	26,35
Berlin-Görlitz	Cottbus-Görlitz	93,22
Ostpreußische Südbahn	Bartenstein-Rastenburg	45,23
Thüringische Eisenb.	Dietendorf-Arnstadt	9,94
Mecklenburgische Eisenbahn	Neubrandenburg-Landesgrenze	28,81
Pfälz. Ludwigsbahn	Ludwigshafen-Mitte-Rheinbrücke	7,92
	Hassel-St. Ingbert	
		864,38
1868		
Französische Ostbahn	Kolmar-Münster	18,53
Niederschles.-märkische	Waldenburg-Altwasser	4,76
	Fürtrag	23,29

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
	Übertrag	23,29
Hannöverische Staatsb.	Northeim-Herzberg	28,10
Bebra-Hanau	Wächtersbach-Fulda	55,76
Magdeburg-Halberstadt	Frose-Ballenstedt	13,86
Köln-Minden	Borbeck-Essen	2,85
Rheinische Eisenbahn	Call-Sötenich	1,50
Sächsische Staatsb.	Segengottesschacht-Kohlenbahn; Zittau-Großschönau	
Dresden-Leipzig	Leisnig-Meissen	68,49
Obere Neckarbahn	Thalhausen-Rottweil	
Württemberg. Staatsb.	Zuffenhausen-Ditzingen; Pforzheim-Wildbad	
Donaubahn Ulm-Sigmaringen	Ulm-Blaubeuren	53,34
Badische Schwarzwaldbahn	Engen-Donaueschingen	
Badische Staatsb.	Meckesheim-Rappenau; Hochhausen-Wertheim	82,90
Bergisch-märkische	Opladen-Mülheim a. R. und B.-Gladbach; Barmen-Remscheid; Verbindungskurve Hohensyburg-Cabel	40,26
Nordschleswigsche Eisenbahn	Rothenkrug-Apenrade	7,00
Breslau-Schweidnitz-Freiburg	Liegnitz-Lüben	21,09
Ostpreußische Südbahn	Rastenburg-Lyck	77,06
Rechte Oderufer Eisenb.	Breslau (Oderthorbhf.)-Vossowska	128,10
Braunschweig. Eisenb.	Jerxheim-Börssum	23,20
Pfälzische Nordbahnen	Landstuhl-Kusel	28,69
		655,49
1869		
Französische Ostbahn	Sennheim-Sentheim; Niederbronn-Saargemünd	75,75
Niederschles.-märkische	Ruhbank-Preuß.-österr. Landesgrenze	18,73
Hannöverische Staatsb.	Herzberg-Nordhausen	40,27
Magdeburg-Halberstadt	Halberstadt-Vienenburg	36,78
Rheinische Eisenb.	Koblenz-Ehrenbreitstein; Ehrenbreitstein-Niederlahnstein u. Neuwied; Altendorf-Altenessen; Düren-Neuß	76,39
Bayrische Staatsb.	Treuchtlingen-Pleinfeld u. Gunzenhausen; Miesbach-Schliersee	49,08
Sächsische Staatsb.	Freiberg-Flöha; Niederwiesa-Hainichen; Verbindungsstück am Leipziger Platz in Dresden N.	47,15
Obere Neckarbahn	Rottweil-Villingen	
Tauberbahn	Krailsheim-Mergentheim	
Württemberg. Staatseisenbahnen	Jagstfeld-Osterburken; Rottweil-Tuttlingen; Ditzingen - Weil der Stadt	
Hohenzollernbahn	Tübingen-Hechingen	
Donaubahn Ulm-Sigmaringen	Blaubeuren-Ehingen u. Riedlingen-Mengen	
Allgäubahn	Hebertingen-Waldsee	265,94
Badische Schwarzwaldbahn	Donaueschingen-Villingen	
Badische Staatsbahnen	Rappenau-Jagstfeld; Königshofen-Mergentheim	29,64
Rastadt-Gernsbach	Rastatt-Gernsbach	14,98
Oberhessische Eisenbahn	Gießen-Hungen u. Grünberg	45,14
Oldenburgische Staatsb.	Oldenburg-Leer	54,03
Bergisch-märkische	Dahlhausen-Hattingen	4,70
Oberschlesische Eisenbahn	Grubenbahn Karolinengrube II; Grubenbahn nach Königsgrube	2,30
	Fürtrag	760,88

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
	Übertrag	760,88
Nordhausen-Erfurt	Nordhausen-Erfurt	69,11
Rechte Oderuferbahn	Tarnowitz-Beuthen O.S.; Privatgleis des Redensblickschachts	32,08
Hessische Ludwigsb.	Darmstadt-Worms; Monsheim-Alzey und Rosengarten-Bensheim	59,32
		921,39
1870		
Französische Ostbahn	Bollweiler-Gebweiler; Saargemünd-Preuß. Gr.	7,11
Hinterpommersche Eisb.	Köslin-Danzig	198,30
Hannöverische Staatsb.	Herzberg-Osterode	13,08
Nassauische Eisenbahn	Diez-Zollhaus u. Limburg-Hadamar	
Saarbrücker Eisenbahn	Saargemünd-Saarbrücken	35,88
Magdeburg-Halberstadt	Stendal-Salzwedel	57,20
Köln-Minden	Wanne-Münster	67,79
Rheinische Eisenb.	Stolberg-Alsdorf; Bonn-Oberkassel; Call-Gerolstein; Oberkassel-Neuwied; Hochfeld-Duisburg	111,04
Bayrische Staatsbahnen	Ingolstadt-Treuchtlingen	52,45
Württemberg. Staatseisenbahnen	Tuttlingen-Immendingen	
Donaubahn Ulm-Sigmaringen	Ehingen-Riedlingen u. Mengen-Scheer	
Allgäubahn	Waldsee-Kißlegg	65,64
Badische Staatsbahnen	Mannheim-Karlsruhe; Stockach-Meßkirch	82,40
Oberhessische Eisenbahn	Hungen-Gelnhausen und Grünberg-Salzschlirf	110,60
Bergisch-märkische	Neuß-Düsseldorf; Schwerte-Arnsberg; M.-Gladbach-Odenkirchen; Bochum-Riemke und Riemke-Herne; Laer-Dahlhausen; B.-Gladbach-Bensberg	79,71
Oberschlesische Eisenb.	Grubenbahn nach Abendsterngrube	0,68
Cottbus-Großenhain	Cottbus-Großenhain	
Märkisch-Posener Eisenbahn	Frankfurt-Posen und Bentschen-Guben	79,74
Rechte Oderufer-Eisenb.	Viehweidenweiche-Pöpelwitz, Schoppinitz-Zdieditz und mehrere	272,03
	Grubenanschlüsse	67,76
Thüringische Eisenbahn	Gotha-Leinefelde	67,13
Hessische Ludwigsb.	Alzey-Bingen, Darmstadt-Ober-Ramstadt u. Babenhausen-Wiebelsbach-Heubach; Worms-Rosengarten	63,02
Mecklenburgische Friedrich Franz-Eisenbahn	Kleinen-Lübeck	59,32
Maximiliansbahn	Winden-Bergzabern	
Alsenzbahn	Hochspeyer-Winnweiler	26,58
		1517,46
1871		
Breslauer Verbindungsb.	Mochbern-Breslau	
Berliner Ringbahn	Moabit-Tempelhof und Anschlüsse	34,72
Preußische Ostbahn	Schneidemühl-Konitz u. Pr. Stargard-Dirschau; Mocker-Jablonowo und Rothfließ-Insterburg	270,45
Hannöverische Staatsb.	Osterode-Landesgrenze	4,04
Berlin-Stettin	Anschlußgleis an Berliner Verbindungsbahn	1,33
Magdeburg-Halberst.	Könnern-Aschersleben; Berlin-Lerthe u. Abzweigung n. Moabit	272,29
Köln-Minden	Münster-Osnabrück	50,20
Rheinische Eisenbahn	Gerolstein-Trier; Troisdorf-Oberkassel	82,77
Bayrische Staatsb.	München C. B.-Simbach und Rosenheim; Oberndorf-Schweinfurt-Kissingen	
Bayrische Ostbahnen	Nürnberg-Neumarkt	248,38
	Fürtrag	964,18

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
	Übertrag	964,18
Sächsische Staatsb.	Radeberg-Kamenz Großschönau-Warnsdorf	24,58
Badische Staatsbahnen	Freiburg-Altbreisach	22,45
Oberhessische Eisenbahn	Salzschlirf-Fulda	19,99
Oldenburgische Staatsb.	Sande-Jever	12,96
Bergisch-märkische	Arnsberg-Meschede Hagen-Oberhagen	21,60
Halle-Sorau-Guben	Falkenberg-Guben	116,51
Oberschlesische Eisenb. Berlin-Anhalt	Breslau-Strehlen Sagan-Sorau	49,37
Berlin-Görlitz	Anschlußkurve zwischen Berlin (Anhalt. Bahnhof) und kgl. Berliner Verbindungsbahn	0,67
Berlin-Hamburg	Anschlußgleis an die Berliner Ringbahn	0,70
Breslau-Schweidnitz-Freiburg	Berlin-Moabitbahnhof Lüben-Rothenburg	2,73 105,97
Ostpreußische Südbahn	Lyck-Prostken	16,43
Rechte Oderufer-Eisenb.	Viehweidenweiche-Mochbern u. Chorzow-Krugschachtweiche	3,02
Thüringische Eisenbahn	Gera-Eichicht	77,00
Breslau-Warschau	Oels-Poln. Wartenberg	25,40
Hessische Ludwigsbahn	Ober-Ramstadt-Erbach Armsheim-Flonheim u. Gartenfeld	77,02
Alsenzbahn Pfälzische Nordbahnen	Winnweiler-Münster a. St. Grünstadt-Monsheim	32,84
		1573,42

1872

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
Elsaß-lothringische Eisenbahnen	Saarburg-Saargemünd	54,43
Berliner Ringbahn	Anschluß an Bahnhof Gesundbrunnen v. Viehhof d. Berl. Viehmarkt-Aktiengesellschaft	2,00
Preußische Ostbahn	Jablonowo-Osterode u. Allenstein-Rothflies Fredersdorf-Rüdersdf.	100,97
Magdeburg-Leipzig Frankfurt-Bebra Nassauische Eisenbahn	Arenshausen-Münden Elm-Bayrische Grenze Curve-Biebrich und Limburg-Hadamar	59,22
Magdeburg-Halberst. Hannover-Altenbecken Berlin-Potsdam-Magdeburg	Halle-Könnern u. Heudeber-Wernigerode Magdeburg-Neuhaldensleben Hannover-Altenbecken u. Weetzen-Haste Magdeburg-Eisleben (Helmstedt)-Schöningen	263,83
Köln-Minden	Schalke-Wanne Essen-Altenessen und Harburg-Hamburg Dillenburg-August- und Nicolausstollen	31,96
Rheinische Eisenbahn	Ehrang-Quint Friedrich Wilhelmshütte-Siegburg Heissen-Frintrop und Rüttenscheidt	19,97
Bayrische Staatsb. Bayrische Ostbahnen	Lindau-Bregenz Siegelsdf.-Langenzenn Kaufering-Buchloe und Landsberg Schwaben-Erding Georgensmünd-Spalt Wiesau-Tirschenreuth	81,59
Sächsische Staatsb.	Borna-Chemnitz mit Zweigbahnen Annaberg-Weipert	100,88
Württemberg. Staatsb. Allgäubahn	Weil der Stadt-Nagold Kisslegg-Leutkirch	53,01
Bergisch-märkische	Aachen-Belgische Gr. Meschede-Bestwig-Nuttlar Oberbilk-Kupferdreh Mülheim a. R.-Deutz Fröndenberg-Menden	55,80
	Fürtrag	823,66
	Übertrag	823,66
Halle-Sorau-Guben	Halle-Falkenberg und Cottbus-Sorau	154,52
Oberschlesische Eisenbahn Wilhelmsbahn Oberschlesische Eisenbahn	Gleiwitz-Königshütte Friedrichsgrube-Martha Valeskagrube Posen-Bromberg Strehlen-Münsterberg	200,66
Altenburg-Zeitz	Altenburg-Zeitz	25,28
Berlin-Görlitz	Weißwasser-Muskau	7,70
Rechte Oderufer-Eisenbahn	Schoppinitz-Wildensteinsegengrube und Privatgleis der Gute Zufluchtgrube	1,05
Breslau-Warschau	Poln.-Wartenberg-Wilhelmsbrück	29,94
Braunschweigische Eisenbahn	Braunschweig-Helmstedt und Seesen-Gittelde (Landesgrenze)	56,94
Hessische Ludwigsbahn	Monsheim-Wachenheim	3,91
Maximiliansbahn Zellerthalbahn	Landau-Germersheim Marnheim-Monsheim	30,60
		1334,26

1873

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
Elsaß-lothringische Eisenbahnen	Metz-Amanweiler Courcelles-Bolchen	12,85 22,00
Preußische Ostbahn	Konitz-Pr. Stargard Osterode-Allenstein u. Thorn-Mocker	115,56
Frankfurt-Bebra	Frankfurt a. M.-Hanau	19,87
Berlin-Stettin	Angermünde-Schwedt Anschlußgleis in Angermünde	23,11
Magdeburg-Halberstadt Hannover-Altenbecken	Trotha-Saalefluß Buckau-Neustadt Salzwedel-Ülzen Ülzen-Langwedel Linden (Fischerhof)-Linden (Küchengarten)	159,35
Köln-Minden	Schalke-Sterkrade Osnabrück-Bremen	139,30
Bayrische Staatsb. Bayrische Ostbahnen	München-Kaufering Steinach-Rothenburg a. T. u. Immenstadt-Sonthofen Neumarkt-Regensburg Sünching-Straubing Neufahrn-Obertraubling	195,15
Leipzig-Dresden Sächsische Staatsb.	Nossen-Freiberg Ebersbach-Löbau	38,84
Donaubahn Ulm-Sigmaringen	Scheer-Sigmaringen	6,64
Badische Staatsb. Badische Schwarzwaldbahn	Meßkirch-Mengen und Abzweigungen Villingen-Hausach	97,24
Heidelberg-Speyer	Heidelberg-Speyer	22,16
Oldenburgische Staatsbahnen	Hude-Brake	25,50
Bergisch-märkische	Bestwig-Nuttlar-Scherfelde Odenkirchen-Stolberg und Jülich-Düren	132,56
Oberschlesische Eisenbahn	Inowrazlaw-Thorn Münsterberg-Wartha Zwei Grubenbahnen	77,61
Berlin-Hamburg	Wittenberge-Hitzacker	55,90
Rechte Oderufer Eisenb.	Karolinengrube-Kroffschacht und Privatgleis der Hohenzollerngrube	0,94
Thüringische Eisenbahn	Barneck-Zeitz	37,87
Georgs-Marienhütte	Domprobstsundern-Hasbergen	7,30
Ermsthalbahn	Urach-Metzingen	10,43
Eutin-Lübeck	Eutin-Lübeck	32,00
Hessische Ludwigsbahn	Monsheim-Hohensülzen und Alzey-Wachenheim	11,42
	Fürtrag	1243,60

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
	Übertrag	1243,60
Pfälzische Ludwigsbahn	Speyer-Mitte Eisenbahnschiffbrücke	
Donnersberger Eisenb.	Langmeil-Marnheim u. Kirchheimbolanden-Alzey	39,99
Pfälzische Nordbahnen	Dürkheim-Grünstadt	
Halberstadt-Blankenburg	Halberstadt-Blankenburg	18,87
		1302,46
1874		
Magdeburg-Halberstadt	Neuhaldensleben-Oebisfelde	
Berlin-Potsdam-Magdeburg	Biederitz-Magdeburg u. Zehlendorf-Neubabelsberg	89,97
	Biederitz-Zerbst	
Köln-Minden	Herne-Stadt Castrop	
	Bremen-Harburg	216,62
	Venlo-Haltern	
	Kirchweyhe-Sagehorn	
Rheinische Eisenbahn	Troisdorf-Niederlahnstein	
	Wattenscheid - Dortmund	107,30
Bayrische Staatsb.	Buchloe-Memmingen	
	Regensburg-Donauwörth	
	Ebenhausen-Mellrichstadt	258,61
	Holzkirchen-Tölz	
	Plattling-Eisenstein	
Sächsische Staatsb.	Plauen - Ölsnitz	
	Hainichen-Roßwein	
	Kamenz-Straßgräbchen	63,49
	Eibau-Ebersbach	
	Eibau-Seifhennersdorf	
Württembg. Staatsb.	Nagold-Horb	
	Brötzingen-Calw	80,15
Hohenzollernbahn	Hechingen-Balingen	
Allgäubahn	Leutkirch-Isny	
Badische Staatsb.	Mannheim-Centralgüterbahnhof u. Abzweigung	29,88
	Bruchsal-Reinsheim	
Bergisch-märkische	Essen-Bochum	
	Hattingen-Herdecke	
	Dahlhausen-Überruhr	78,28
	Oberhagen-Brügge	
	Finnentrop-Attendorn	
Halle-Sorau-Guben	Eilenburg-Leipzig	23,60
Oberschles. Eisenbahn	Wartha-Glatz	
	Frankenstein-Gießmannsdorf	51,36
Gaschwitz-Meuselwitz	Gaschwitz-Meuselwitz	27.83
Berlin-Anhalt. Eisenb.	Preuß.-Anhalt. Grenze-Zerbst	5,67
Oberlausitzer Eisenbahn	Kohlfurt-Falkenberg	147,10
Berlin-Görlitz	Lübbenau-Kamenz	59,97
Berlin-Hamburg	Hitzacker-Buchholz	85,73
Breslau-Schweidnitz-Freiburg	Breslau-Raudten und Rothenburg-Reppen	131,62
Dortmund-Enschede	Dortmund-Lünen	14,86
Saal-Unstrutbahn	Straußfurt-Großheringen	52,77
Rechte Oderufer-Eisenbahn	Mochbern-Gandauer Überweg	
	Beuthen-Hohenzollerngrube	3,27
	Laurahütte-Fannyschacht	
Cronberger Eisenbahn	Frankfurt a.M.-Cronberg	9,42
Hessische Ludwigsbahn	Darmstädter Verbindungsbahn	3,71
Pfälzische Ludwigsbahn	Landau-Annweiler	
Donnersberger Eisenbahn	Marnheim-Kirchheimbolanden	20,15
Saaleisenbahn	Großheringen-Saalfeld	74,71
Wernshausen - Schmalkalden	Schmalkalden-Wernshausen	6,88
		1642,95
1875		
Kgl. Militär-Eisenbahn	Schießplatz-Zossen	45,61
Niederschles.-märkische	Gassen-Arnsdorf	92,59
	Fürtrag	138,20

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
	Übertrag	138,20
Preußische Ostbahn	Tilsit-Memel	92,32
Frankfurt-Bebra	Bebra-Niederhone-Eschwege	38,68
Saarbrücker Eisenbahn	Malstatt-Saarhafen	
Magdeburg-Halberstadt	Vienenburg-Lautenthal	
Hannover-Altenbecken	Grauhof-Hildesheim u. Elze-Löhne	158,99
Köln-Minden	Sterkrade-Meidrich	14,66
Rheinische Eisenb.	Euskirchen-Kalscheuren	
	Kray-Wanne	42,50
	Hörde-Dortmund	
Bayrische Staatsb.	Saal-Kelheim und Donaulände	
	Nürnberg-Crailsheim	
	Ingolstadt-Hochzoll	
	Unterpeißenberg-Peißenberg	294,29
	Sinzing-Alling	
	München Südbhf.-Pasing	
Bayrische Ostbahnen	Weiden-Neukirchen	
	Plattling-Mühldorf	
Sächsisch-thüringische Bahn	Wolfsgefährth-Weischlitz	
Zwickau-Falkenstein	Zwickau-Falkenstein	
Sächsische Staatsbahnen	Carolaschacht-Kohlenbahn	
Muldenthalbahn	Glauchau-Penig	
	Rochlitz-Großbothen	
Gleichnamige Bahnen	Chemnitz-Adorf (Zwota-Klingenthal)	388,36
	Flöha-Reitzenhain (Pockau-Olbernhau)	
Leipzig-Dresden	Freiberg-Mulda	
	Riesa-Elsterwerda	
Sächsische Staatsb.	Pirna-Arnsdorf	
	Ebersbach-Sohland	
Kocherbahn	Crailsheim-Landesgr.	
Württembergische Staatsbahnen	Heidenheim-Niederstrotzingen-Langenau	69,76
	Altshausen-Pfullendorf	
Badische Staatsbahnen	Oberlauchringen-Stühlingen	17,40
Elzthalbahn	Denzlingen-Waldkirch	7,12
Oldenburgische Staatsbahnen	Brake-Nordenhamm	
	Oldenburg-Quakenbrück	80,68
Bergisch-märkische	Essen-Herne und Abzweigung	39,03
	Attendorn-Olpe	
Berlin-Dresden	Berlin-Dresden mit Verbindungskurven	177,28
Münster-Enschede	Münster-Glanerbrück	57,13
Oberschlesische Eisenbahn	2 Grubenbahnstrecken	
	Glatz-Mittelwalde (Landesgrenze)	89,88
	Neisse-Deutsch Wette u. Abzweigung nach Ziegenhals	
Altona-Kiel	Neumünster-Oldesloe	44,83
Berlin-Anhalt. Eisenbahn	Wittenberg-Falkenberg	53,69
Berlin-Görlitz	Görlitz-Zittau und Nikrisch-Seidenberg	42,59
Breslau-Schweidnitz-Freiburg	Schmiedefeld-Mochbern und Reppen-Küstrin	33,68
Cottbus-Großenhain	Anschluß Ruhland-Elsterbrücke	0,99
Oberlausitzer Eisenbahn	Elsterbrücke-Lauchhammer	6,61
Dortmund-Enschede	Lünen-Glanerbrück	82,03
Öls-Gnesen	Öls-Gnesen	159,71
Posen-Kreuzburg	Posen-Kreuzburg	200,40
Rechte Oderufer Eisenbahn	Laurahütte-Möllerplatz	0,89
Aachen-Jülich	Höngen-Stollberg	28,97
Hessische Ludwigsbahn	Eschhofen-Niederselters	12,34
Pfälzische Ludwigsb.	Annweiler-Zweibrücken	
	Biebermühle-Pirmasens	70,41
Donnersberger Eisenb.	Kaiserslautern-Enkenbach	
		2443,42

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
1876		
Elsaß-lothringische Eisenbahnen	Straßburg-Lauterburg (bayrische Grenze)	55,30
	Bolchen-Teterchen	7,52
Preußische Ostbahn	Bhf. Memel-Dangefluß und Winterhafen	3,15
Westfälische Eisenbahn	Welver-Dortmund	35,80
K. E. D. Frankfurt a. M.	Sachsenhausen-Louisa	33,43
Frankfurt-Bebra	Niederhone-Friedland	
Berlin-Stettin	Ducherow-Swinemünde	58,37
	Wriezen-Letschin	
Rheinische Eisenbahn	Düsseldorf-Rath	4,40
Bayrische Staatsb.	Hochstedt-Neuoffingen	186,02
	Rosenhein-Mühldorf	
	Nördlingen-Dinkelsbühl	
	Aschaffenburg-Miltenberg	
	Dombühl-Feuchtwangen	
	Bießenhofen-Oberdorf	
	Neustadt-Windsheim	
Muldenthalbahn	Penig-Rochlitz	37,55
Leipzig-Dresden	Mulda-Bienenmühle	
Sächsische Staatsb.	Seifhennersdorf-Warnsdorf	
Württembergische Staatsbahnen	Langenau-Ulm	34,66
Murrthalbahn	Waiblingen-Backnang	
Badische Staatsbahnen	Stühlingen-Weizen	3,00
Appenweier-Oppenau	Appenweier-Oppenau	25,65
Hintere Wiesenthalbahn	Schopfheim-Zell i. W.	
Oldenburgische Staatsbahnen	Ihrhove-Neuschanz	63,16
	Quakenbrück-Osnabrück	
Friedrichrodaer Eisenbahn	Fröttstedt-Friedrichroda	8,92
Bergisch-märkische	Scherfede-Holzminden	94,80
	Mühlheim a. R.-Kettwig (Broich-Styrum)	
	Lennep-Wipperfürth	
	Hagen-Haufe	
	Born-Wermelskirchen	
Oberschlesische Eisenbahn	Abzweigung nach dem Schmiederschacht	88,06
	Gießmannsdorf-Neisse	
	Deutsch Wette-Cosel u. Abzweigung nach Leobschütz	
Altonaer Hafenbahn	Dampfschiffquai-Altonaer Bahnhof	1,21
Oberlausitzer Eisenbahn	Anschlußkurve bei Hohenbocka	1,91
Breslau-Schweidnitz-Freiburg	Küstrin-Königsberg in Neumark	45,14
Cottbus-Großenhain	Cottbus-Frankfurt a. O.	72,80
Marienburg-Mlawka	Marienburg-Montowo	93,87
Posen-Kreuzburg	Anschluß an die Märkisch-Posener Eisenbahn in Posen	1,70
Rechte Oderufer-Eisenbahn	Schoppinitz-Sosnowice	4,00
	Agathegrube-Kaiser Wilhelm-Schacht	
Thüringische Eisenbahn	Gotha-Ohrdruf	17,35
Hessische Ludwigsb.	Niederrad-Sachsenhausen	8,48
	Niederselters-Kamberg	
Maximiliansbahn	Germersheim-Lauterburg (Reichsgr.)	60,65
Pfälzische Nordbahnen	Grünstadt-Eisenberg	
Sächsisch-thüringische Ost-Westbahn	Werdau-Weida	33,93
Weimar-Gera	Weimar-Gera u. Gößnitz	68,65
		1149,48
1877		
Elsaß-lothringische Eisenbahnen	Schlettstadt-Barr	128,60
	Wasselnheim-Zabern	
	Mutzig-Rothau	
	Steinburg-Buchsweiler	
	Rieding-Saaraltdorf	
	Berthelmingen-Remilly	
Berliner Ringbahn	Tempelhof-Moabit (via Charlottenburg)	194,42
Berliner Nordbahn	Berlin-Demmin	
	Fürtrag	323,02
	Übertrag	323,02
Preußische Ostbahn	Wangerin-Tempelburg u. Schlochau-Konitz	67,00
Berlin-Stettin	Angermünde-Freienwalde und Letschin-Frankfurt a. O.	68,55
	Frankfurt a. O.-Seelow	
	Verbindungsgleis in Stettin und Dunzig-Hafenbahn	
Magdeburg-Halberstadt	Lautenthal-Clausthal	17,61
Berlin-Potsdam-Magdeburg	Sudenburg-Buckau	
Rheinische Eisenbahn	Crefeld-Linn	49,46
	Neuß-Neersen	
	Crefeld-Gladbach	
	Gladbach-Rheydt	
Bayrische Staatsb.	Donauwörth-Hochstedt	244,13
	Nürnberg-Schnabelwaid	
	Holenbrunn-Oberkotzau	
	Bobingen-Kaufering	
	Schnabelwaid-Bayreuth	
	Holenbrunn-Wunsiedel	
	Hersbruck-Pommelsbrunn	
	Plattling-Eisenstein	
Muldenthalbahn	Großbothen-Wurzen	126,12
Sächsische Staatsb.	Riesa-Lommatsch	
	Neustadt-Dürrröhrsdorf	
	Bautzen-Schandau	
	Sohland-Wilthen	
Bergisch-märkische	Essen-Werden und Verbindungskurve	9,31
Oberschlesische Eisenb.	Zwei Grubenbahnen	6,23
	Abzweigung nach Poremba-Tiefbauschacht	
Berlin-Anhalt. Eisenb.	Roßlau (neue Station)-Roßlau (Güterbahnhof)	0,80
Breslau-Schweidnitz-Freiburg	Sorgau-Halbstadt	88,99
	Königsberg i. Neumark-Stettin	
Marienburg-Mlawka	Montowo-Illowo-Landesgrenze	49,16
Westholsteinische Eisenbahn	Neumünster-Karolinenkoog	78,54
Braunschweig. Eisenbahn	Neuekrug-Langelsheim	9,81
Hessische Ludwigsb.	Camberg-Höchst	50,06
	Lampertheim-Rosengarten	
Maximiliansbahn	Germersheim-Rheinsheim (bad. Grenze)	16,94
Pfälzische Nordbahnen	Frankenthal-Freinsheim	
		1205,73
1878		
Elsaß-lothringische Eisenbahnen	Kolmar-Altbreisach	64,53
	St. Ludwig-Hüningen	
	Mülhausen-Eichwald	
	Diedenhofen-Sierck	
Berliner Nordbahn	Demmin-Stralsund	43,84
Preußische Ostbahn	Insterburg-Goldap	386,72
	Graudenz-Jablonowo	
	Neustettin-Stolpmünde u. Belgard	
	Zollbrück-Rügenwalde	
	Tempelburg-Schlochau	
Westfälische Eisenb.	Ottbergen-Northeim	79,59
	Dortmund-Bodelschwingh-Mengede	
Nassauische Eisenbahn	Oberlahnstein-Koblenz u. Hohenrhein-Niederlahnstein	73,69
Moselbahn	Ehrang-Perl	
	Fürtrag	648,37

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
	Übertrag	648,37
Berlin-Stettin	Anschlußgleis in Stralsund	2,43
Magdeburg-Halberst.	Verbindungsbahn in Halle; Abzweigung nach Güterbahnhof in Thale	5,19
Köln-Minden	Wesel-Bocholt	20,17
Rheinische Eisenbahn	Andernach-Niedermendig; Rüttenscheidt-Steele; Neersen-Viersen	26,48
Bayrische Staatsb.	Schnabelwaid-Holenbrunn; Oberreitnau-Lindau; Prien-Aschau; Senden-Weißenhorn; Feucht-Altdorf	97,82
Sächsische Staatsb.	Verbindungsb. in Leipzig m. Kurve nach Gaschwitz	7,96
Hohenzollernbahn	Balingen-Sigmaringen	
Murrthalbahn	Backnang-Murrhardt	73,25
Württembergische Staatsbahnen	Heilbronn-Schwaigern	
Badische Staatsbahnen	Altbreisach-Rheinbrücke; Mülheim-Rheinmitte (Mülhausen); Leopoldshöhe-Rheinmitte (St. Ludwig)	11,85
Badische Schwarzwaldbahn	Hausach-Wolfach	
Halle-Sorau-Guben	Schönfeld-Sammelbahnhof Leipzig	3,50
Oberschlesische Eisenbahn	Abzweigung nach Gotthardschacht; Gleisverbindung der Striegauer m. Pöpelwitzer Weiche; Groschowitz-Groß-Strehlitz	32,28
Breslau-Schweidnitz-Freiburg	Fellhammer-Gottesberg	1,47
Holsteinische Marschb.	Itzehoe-Heide	53,87
Rechte Oderufer-Eisenbahn	Scharley-Radzionkaugrube	0,78
Thüringische Eisenbahn	Übergabebhf. Leipzig-Möckern	4,53
Wesselburen-Heide	Heide-Wesselburen	10,80
		1000,75

1879

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
Niederschles.-märkische	Neurode-Glatz	
Berliner Ringbahn	Anschlüsse vom Dresdener Bahnhof	29,62
Preußische Ostbahn	Goldap-Lyck; Laskowitz-Graudenz; Posen-Neustettin und Hafenbahnen	255,20
Westfälische Eisenbahn	Bodelschwingh - Osterfeld	36,44
K. E. D. Frankfurt a. M.	Berlin-Blankenheim; Niederhone-Treysa u. Bettenhausen-Waldkappel; Hanau-Heldenbergen; Hanau-Windecken	
Nassauische Eisenbahn	Wetzlar-Lollar	473,70
Saarbrücker Eisenbahn	Saarbrücken-Neunkirchen und Koblenz-Ehrang	
K. E. D. Magdeburg	Abzweigung nach Güterbahnhof in Charlottenburg; Sangerhausen-Artern; Staßfurt-Hecklingen	20,26
Köln-Minden	Beckum (Ennigerloh)-Beckum	5,89
Rheinische Eisenbahn	Andernach-Rheinwerft; Frintrop-Osterfeld; Steele-Altendorf a. R.; Düsseldorf-Hörde; Duisburg-Quakenbrück	257,40
	Fürtrag	1078,51

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
	Übertrag	1078,51
Bayrische Staatsb.	Oberndorf-Schweinfurt-Gemünden; Neumarkt a. d. R.-Pocking, Mkt. Redwitz-Schirnding; Weilheim-Murnau	149,82
Sächsische Staatsb.	Plagwitz-Gaschwitz; St. Egidien-Stolberg; Verbindungskurve in Riesa; Niederneukirch-Bischofswerda; Eibau-Oberoderwitz	50,48
Gäubahn	Stuttgart-Freudenstadt	
Murrthalbahn	Hessenthal-Gaildorf u. Backnang-Bietigheim	124,59
Badische Staatsb.	Grötzingen-Eppingen; Neckargemünd-Neckarelz-Jagstfeld	99,25
Bergisch-märkische	Rheydt-Dahlheim (Landesgrenze)	20,56
Berlin-Dresden	Anschlüsse an Berliner Verbindungsbahn nach Tempelhof u. Wilmersdorf	2,80
Oberschlesische Eisenbahn	Abzweigung nach Gottessegengrube; Groß-Strehlitz-Peiskretscham	29,58
Cottbus-Großenhain	Verbindungsgleis in Cottbus	0,97
Thüringische Eisenbahn	Arnstadt-Ilmenau	27,35
Braunschweig. Eisenbahn	Salzderhelden-Einbeck	4,21
Hessische Ludwigsb.	Niedernhausen-Wiesbaden; Goddelau-Erfelden-Goldstein; Biblis-Mannheim; Großgerau-Dornberg-Großgerau	74,02
Mecklenburgische Friedrich Franz-Eisenbahn	Malchin-Waren	27,06
Pfälzische Ludwigsb.	Zweibrücken-Saargemünd; St. Ingbert-Saarbrücken	46,70
		1735,90

1880

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
Elsaß-lothringische Eisenbahnen	Teterchen-Bous	21,82
K. E. D. Berlin	Dittersbach-Neurode	29,34
Preußische Ostbahn	Danziger Hafenverbindung	1,00
K. E. D. Hannover	Osterfeld-Sterkrade	4,47
K. E. D. Frankfurt a. M.	Leinefelde-Eschwege; Bettenhausen-Kassel	53,73
K. E. D. Magdeburg	Hecklingen-Egeln	13,73
Köln-Minden	Herfort-Detmold	44,49
Rheinische Eisenbahn	Bonn-Euskirchen; Remagen-Ahrweiler; Niedermendig-Mayen; Lintorf-Duisburg; Langendreer-Löttringhausen; Verbindungbahn bei Dortmund	78,58
Bayrische Staatsb.	Miltenberg-Amorbach; Landshut-Landau	54,08
Sächsische Staatsb.	Elbquai mit Verbindung in Riesa; Lommatsch-Nossen; Pirna-Berggießhübel	35,66
Allgäubahn	Kißlegg-Wangen	
Murrthalbahn	Murrhardt-Gaildorf	40,58
Württembergische Staatsbahnen	Schwaigern-Eppingen	
Badische Staatsbahnen	Abzweigung der Strecke Mannheim-Friedrichsfeld nach Friedrichsfeld-Main-Neckar-Bhf.	1,09
Main-Neckar-Eisenbahn	Friedrichsfeld-Schwetzingen	7,00
	Fürtrag	385,57

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
	Übertrag	385,57
Bergisch-märkische	Oberhausen-Caternberg	
	Brügge-Lüdenscheid	
	Olpe-Rothemühle	109,74
	Winterswyk-Bismarck und Bocholt	
Oberschlesische Eisenbahn	Abzweigung nach Krugschacht der Königin Louisegrube	24,08
	Preiskretscham-Borsigwerk (Laband)	
Rhein-Nahe-Eisenbahn	Abzweigung von Neunkirchen nach dem Ziehwaldstollen	0,66
	Station Birkenfeld-Stadt Birkenfeld	5,23
Schleswiger Zweigbahnen	Pers. nach Güterbhf. in Schleswig	3,00
Oberlausitzer Eisenbahn	Anschlußkurve bei Horka	2,13
Breslau-Schweidnitz-Freiburg	Neue Bahnhofanlage in Liegnitz	1,08
Posen-Kreuzburg	Einführungsgleis im Centralbhf. in Posen	1,60
Rechte Oderufer-Eisenb.	Verbindungsgleise in Oppeln	0,37
Crefelder Eisenbahn	Crefeld-Viersen-Süchteln u. Süchtelnvorst.-Grefrath	41,69
Paulinenaue-Neu-Ruppin	Paulinenaue-Neu-Ruppin	28,08
Hessische Ludwigsb.	Höchst-Frankfurt a. M.	18,22
	Waldhof-Mannheim	
Eisenberg-Krossen	Eisenberg-Krossen	8,25
Halberstadt-Blankenburg	Langenstein-Derenburg	5,66
Parchim-Ludwigslust	Parchim-Ludwigslust	26,05
Ruhlaer Eisenbahn	Wutha-Ruhla	7,29
		668,70
1881		
Badische Staatsb.	Wertheim-Mitte Mainbrücke	1,64
Bayrische Staatsbahnen	Dinkelsbühl-Feuchtwangen	12,69
	Lohr-Wertheim	35,50
Centralverwaltung für Sekundärbahnen	Ilmenau-Gehren Bahnh.	8,36
	Wittenberge-Perleberg	10,54
Elsaß-lothringische Eisenbahnen	Buchsweiler-Schweighausen	20,60
	Wadgassen-Völklingen	5,20
	Saaralben-Château-Salins	49,40
Hoyaer Eisenbahn	Hoya-Eystrup	6,91
Kiel-Flensburg	Kiel-Eckernförde-Flensburg	78,78
Kreis Oldenburger Eisenbahn	Neustadt Oldenburg	23,12
Preußische Staatsbahnen		
K. E. D. Berlin	Opalenitza-Graetz	9,78
	Vdp.-Schöneberg	2,14
	Centralviehhof Berlin-Friedrichsberg	2,11
K. E. D. Bromberg	Schneidemühl-Dt. Krone	23,22
	Orzechowo-Warthehafen	1,05
K. E. D. Hannover	Friedberg-Heldenbergen-Windecken	15,84
	Gütergleis Kassel-Wilhelmshöhe	2,29
	Kassel (Rangierbahnh.)-Kassel (Oberstadt)	2,29
K. E. D. Magdeburg	Egeln-Hecklingen	13,73
	Frintrop-Bottrop	4,06
K. E. D. Köln (linksrh.)	Stolberger Thalbahn	3,84
	Kreuzgraben-Grube Maybach	1,78
K. E. D. Elberfeld	Opladen-Pattscheid	4,70
	Dortmunderfeld-Huckarde	2,20
	Zweigbahn Kassel	1,30
K. E. D. Erfurt	Artern-Erfurt	53,76
Unter-Elbe'sche Eisenbahn	Harburg-Cuxhafen	103,32
Württembergische Staatsbahnen	Ludwigsburg-Beihingen a. N.	5,13
		505,28

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
1882		
Aachen-Jülich	Höngen-Jülich	14,46
Altdamm-Kolberg	Altdamm-Kolberg	122,27
Bayrische Staatsbahnen	Wiesau-Mkt.-Redwitz	17,88
Centralverwaltung für Sekundärbahnen	Osterwieck-Wasserleben	5,18
	Stargard-Küstrin	98,35
Güstrow-Plau	Güstrow-Plau	44,66
Berlin-Hamburg	Ruhleben-Charlottenburg	6,30
Crefelder Eisenbahn	Niep-Mörs	7,80
Elsaß-lothringische Eisenbahnen	Dieuze-Bensdorf	13,27
	Karlingen-Hargarten	8,74
Hessische Ludwigsbahn	Niederrad-Griesheim	2,46
	Erbach-Eberbach	30,65
	Hanau-Babenhausen	19,99
Lübeck-Büchen	Lübeck-Travemünde	15,49
Preußische Staatsbahnen		
K. E. D. Berlin	Erweiterung der Swinemünder Hafenbahn	0,37
	Berliner Stadtbahn	34,68
	Hirschberg-Schmiedeberg	14,88
	Werbiger Verbindungsgleis	1,49
	Verbindungsbahn zwischen Dresdener und Anhalter Bahnhof	1,20
K. E. D. Bromberg	Thorn-Kulmsee	20,20
	Kulmsee-Graudenz	38,28
	Güldenboden-Mohrungen	39,77
	Inowrazlaw-Montwy	7,97
K. E. D. Köln (rechtsrh.)	Rheine nach der Ems	1,55
K. E. D. Köln (linksrheinisch)	Menden-Hemer	6,70
	Haufe-Vörde	4,40
	Deutz (Personenbahnhof) - Deutz (Güterstation)	0,88
K. E. D. Altona	Anschluß Hohnsdorf-Uferladestelle	0,92
	Abzweigung Lübeck-Eutin	0,99
K. E. D. Magdeburg	Kalbe a. S.-Stadt Grizehne	2,19
	Blumenberg-Klein-Wanzleben	10,31
	Eilsleben-Seehausen	7,70
	Grimmenthal-Suhl	19,97
K. E. D. Breslau	Rybnik-Annaberg	29,30
	Erfurt (Lokalbahnhof)-Thüringer Bahnhof	0,88
	Karf-Karsten Centrumgrube	2,09
	Flügelbahn nach d. Ladestelle bei Pöpelwitz	0,70
Rhene-Diemelthalbahn	Bredelar-Martenberg	10,94
Unter-Elbe'sche Eisenb.	Cuxhafen-Hafen	1,11
Sächsische Staatsbahnen	Kirchberg-Saupersdorf	3,55
	Hainsberg-Schmiedeberg	21,13
		691,65
1883		
Bayrische Staatsbahnen	Landshut-Neumarkt a. R.	38,87
	Schirnding-Eger	13,10
Braunschweigische Eisenbahn	Goslar-Grauhof	5,24
	Grauhof-Langelsheim	6,40
Centralverwaltung für Sekundärbahnen	Glasow-Berlinchen	18,01
	Gehren-Großbreitenbach	10,90
Eisern-Siegen	Eisern-Siegen	11,80
Elsaß-lothringische Eisenbahnen	Centralbahnhof Straßburg	2,24
	Straßburg-Königshofen	1,53
	Teterchen-Kedingen	29,01
	Kedingen-Diedenhofen	15,86
Wilhelm-Luxemburg	Bettemburg-Düdelingen Werk	5,60
Hohenebra-Ebeleben	Hohenebra-Ebeleben	8,70
Ilmebahn	Einbeck-Dassel	13,26
Oldenburgische Staatsbahnen	Jever-Landesgrenze	3,10
Pfälzische Eisenbahnen	Kaiserslautern-Lauterecken	33,71
Pfalzburger Straßenbahn	Lützelburg-Pfalzburg (Wilsberg)	9,33
Preußische Staatsbahnen		
K. E. D. Berlin	Stralsund-Bergen	23,18
	Fürtrag	249,84

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
	Übertrag	249,84
K. E. D. Bromberg	Mohrungen-Allenstein	45,31
	Konitz-Laskowitz	70,15
	Graudenz-Marienburg	76,83
	Kornatowo-Kulm	16,98
	Allenstein-Ortelsburg	44,83
	Zollbrück-Reinfeld	30,30
K. E. D. Hannover	Walburg-Gr. Almerode	7,95
	Kölbe-Laasphe	35,50
K. E. D. Magdeburg	Klein-Wanzleben-Seehausen	7,32
K. E. D. Köln (rechtsrheinisch)	Emden-Landesgrenze bei Jever	77,90
	Einführung in Bahnhof Gelsenkirchen	0,4
	Abzweigung Georgsheil-Aurich	10,49
	Bochum-Wiemelhausen	4,00
K. E. D. Köln (linksrheinisch)	Homberg-Mörs	5,70
	Pünderich-Traben	10,50
	Wengerohr-Berncastel	15,03
	Gerolstein-Prüm	23,26
K. E. D. Elberfeld	Remscheid-Remscheid Hasten	4,30
K. E. D. Breslau	Strehlen-Heidersdorf	15,40
K. E. D. Altona	Blankenese-Wedel	9,45
Rechte Oderuferbahn	Kreuzburg-Rosenberg	19,90
Sächsische Staatsbahnen	Schmiedeberg-Kipsdorf	4,39
	Schwarzenberg-Johanngeorgenstadt	17,33
	Mehltheuer-Altstadt Weida	35,07
Schaftlach-Gmund	Schaftlach-Gmund	7,71
Schleswig-Angeler	Schleswig-Süderbrarup	21,46
Warstein-Lippstadt	Warstein-Lippstadt	30,88
Westholsteinische Eisenbahn	Wesselburen-Büsum	9,90
Wismar-Rostock	Wismar-Rostock	58,80
		966,88
1884		
Altona-Kaltenkirchen	Altona-Kaltenkirchen	36,50
Bayrische Staatsbahnen	Gemünden-Seewiese-Hammelburg	28,00
Centralverwaltung für Sekundärbahnen	Perleberg-Pritzwalk	24,90
	Neubrandenburg-Friedland	25,63
Crefelder Eisenbahn	Crefeld-St. Tönis	0,40
Elsaß-lothringische Eisenbahnen	Sentheim-Masmünster	5,37
	Gebweiler-Lautenbach	6,20
	Lauterburg-Rheinhafen	1,70
Wilhelm-Luxemburg	Rümelinger Zweigbahnen und Verbindungskurve bei Nörzingen	13,30
Filderbahn	Stuttgart-Degerloch	1,90
Gnoien-Teterow	Gnoien-Teterow	26,70
Marienburg-Mlawka	Zajonskowo-Löbau	7,00
Ostpreußische Südbahn	Fischhausen-Palmnicken	18,43
Preußische Staatsbahnen		
K. E. D. Berlin	Liegnitz-Goldberg	21,35
	Greiffenberg in Schles.-Friedeberg a. O.	6,98
	Jatznick-Ueckermünde	19,42
K. E. D. Bromberg	Hohenstein-Sobbowitz	7,97
	Reinfeld-Bütow	17,30
	Ortelsburg-Johannisburg	56,96
	Göttkendorf-Wormditt	45,20
	Braunsberg-Mehlsack	27,12
K. E. D. Hannover	Wabern-Wildungen	17,22
	Scharzfeld-St. Andreasberg	15,31
K. E. D. Frankfurt	Oberröblingen-Querfurt	15,42
	Bockenheim-Rödelheim	2,03
K. E. D. Köln (rechtsrheinisch)	Wernigerode-Ilsenburg	9,26
	Wiemelhausen-Weitmar	1,60
	Wanne-Bismarck, Schalke-Bismarck	7,93
	Grenzau-Höhr	2,41
	Siegburg-Ründeroth	37,24
	Siershahn-Staffel	29,76
	Engers-Altenkirchen	61,07
K. E. D. Köln (linksrheinisch)	Kall-Hellenthal	7,14
	Eschweileraue-Stollberg Rh.	1,95
	Fürtrag	606,67

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
	Übertrag	606,67
K. E. D. Elberfeld	Kreuzthal-Hilchenbach	10,00
	Hagen-Hagen	0,77
	Oberbarmen-Hattingen	22,33
K. E. D. Breslau	Dürrgoy-Koberwitz	20,50
	Koberwitz-Puschkowa	6,00
	Rosenberg-Tarnowitz	64,50
	Orzesche-Sohrau	13,30
	Heidersdorf-Nimptsch	7,50
K. E. D. Erfurt	Plaue-Suhl	33,50
	Grimmenthal-Ritschenhausen	3,30
Saaleisenbahn	Schwarza-Blankenburg	4,26
Sächsische Staatsbahnen	Bienenmühle-Moldau	13,27
	Döbeln-Mügeln	19,56
	Radebeul-Radeburg	16,55
	Klotzsche-Königsbrück	19,49
	Zittau-Markersdorf	13,72
		882,42
1885		
Assmannshausen-Niederwald	Assmannshausen-Niederwald	2,0
Badische Staatsbahnen	Ettlingen Bahnhof-Ettlingen Stadt	1,80
Bayrische Staatsbahnen	Stockheim-Probstzella	29,33
	Übersee-Marquartstein	8,03
	Eichstätt Bahnhof-Eichstätt Stadt	5,17
	Neustadt a. S.-Bischofsheim	18,87
	Ludwigstadt-Lehesten	7,60
Centralverwaltung für Sekundärbahnen	Arnstadt-Ichtershausen	5,12
	Parchim-Neubrandenburg	116,46
	Perleberg-Wittstock	44,93
Elsaß-lothringische Eisenbahnen	Lutterbach-Mülhausen N., Straßburg-Schiltigheim	4,65
Halberstadt-Blankenburg	Hüttenplatz-Rübeland	10,10
Kaysersberger Thalbahn	Kolmar-Schnierlach	20,02
	Kolmar-Horburg	4,51
	Kolmar-Winzenheim	4,64
Königsberg-Kranz	Königsberg-Kranz	28,25
Kreiseisenbahn Flensburg-Kappeln	Flensburg-Glücksburg	10,40
Mülhausen-Ensisheim-Wittenheim	Mülhausen-Ensisheim	16,40
Oldenburgische Staatsbahnen	Ahlhorn-Vechta	20,30
Preußische Staatsbahnen		
K. E. D. Berlin	Greiffenberg-Löwenberg i. Schl.	22,97
	Hafenbahn Uekermünde	1,15
	Verbindung bei Fellhammer	0,09
	Bentschen-Meseritz	31,85
K. E. D. Bromberg	Sobbowitz-Berent	45,03
	Johannisburg-Lyck	55,62
	Bromberg-Fordon	5,21
	Wormditt-Kobbelbude	58,47
K. E. D. Frankfurt a. M.	Bockenheim-Centralgüterbahnhof (Rebstock) u. Gutleutstr.-Louisa u. Hellerhof	6,54
K. E. D. Magdeburg	Ballenstedt-Quedlinburg	14,00
K. E. D. Köln (rechtsrheinisch)	Essen-Altenessen	3,60
	Speldorf-Broich	1,70
	Betzdorf-Biersdorf	8,00
	Altenkirchen-Hacheniebürg	14,50
K. E. D. Köln (linksrheinisch)	Wengerohr-Wittlich	4,23
	Rothe Erde-Montjoie-Malmedy	80,44
K. E. D. Elberfeld	Haan Bahnhof-Haan Ort	3,40
	Iserlohn-Hemer	8,17
K. E. D. Breslau	Puschkowa-Ströbel	14,20
	Bajanowo-Guhrau	15,10
	Schottwitz-Rosenthal	4,89
	Czempin-Schrimm	19,70
K. E. D. Erfurt	Eichicht-Probstzella-Landesgrenze	17,00
K. E. D. Altona	Nordkurve b. Flensburg	1,10
Sächsische Staatsbahnen	Mügeln-Oschatz	11,38
	Ortmannsdorf-Mosel	13,93
		763,68

1886

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
Badische Staatsbahnen	Wolfach-Schiltach	9,71
Bayrische Staatsbahnen	Feucht-Wendelstein	5,30
	Neustadt a. W. N.-Vohenstrauß	25,22
	Landsberg-Schongau	28,71
	Erlangen-Gräfenberg	28,21
Braunschweigische Landeseisenbahn	Braunschweig - Derneburg	44,10
	Verbindungsbahn an den Staatsbahnh. in Braunschweig	1,60
	Wolfenbüttel-Hoheweg	4,15
Centralverwaltung für Sekundärbahnen	Darmstadt-Eberstadt	6,57
	Darmstadt-Griesheim m. Abzweigung nach dem Schießplatz	7,40
	Worms-Offstein	10,93
Crefelder Eisenbahn	Verbindungsgleis b. Mörs	0,14
Dahme-Uckro	Uckro Luckau-Dahme	12,60
Deutsch-Nordischer Lloyd	Neustrelitz-Warnemünde	125,64
Elsaß-lothringische Eisenbahnen	Mülhausen N.-Mülhausen Hafen	3,47
Eutin-Lübeck	Gleschendorf-Ahrensboeck	7,86
Güstrow-Plau	Plau-Wendisch Priborn	13,65
Halberstadt-Blankenburg	Rübeland-Elbingerode-Tanne	17,05
Kerkerbachbahn	Kerkerbach-Dehrn	4,00
Kreiseisenbahn Flensburg-Kappeln	Glücksburg-Kappeln	41,10
Main-Neckarbahn	Eberstadt-Pfungstadt	1,98
Preußische Staatsbahnen		
K. E. D. Berlin	Verbindung der Linien Breslau - Stettin und Stettin-Stargard i. Pr.	2,95
	Bentschen-Wollstein	22,70
	Simonsdorf-Tiegenhof	20,82
K. E. D. Bromberg	Praust-Karthaus	41,36
	Garnsee-Lessen	13,46
	Jablonowo - Strasburg i. W.	23,30
K. E. D. Hannover	Brackwede-Osnabrück	48,55
K. E. D. Köln (rechtsrheinisch)	Dorstfeld-Rangirbahnhof Dortmund	4,61
	Bochum (Rh.) - Prinz v. Preußen	2,13
	Oberhausen-Osterfeld	4,51
	Biersdorf-Daaden	1,80
	Hachenburg-Hadamar	39,68
	Münster-Warendorf	25,98
K. E. D. Köln (linksrheinisch)	Ahrweiler-Altenahr	11,45
	Prüm-Bleialf	18,94
K. E. D. Elberfeld	Aprath-Wülfrath	3,71
	Deutz-Kalk	3,50
	Lennep-Dahlerau	9,30
	Hervest-Dorsten-Burlo	29,70
	Wanne - Riemke - Präsident	8,10
	Altenhundem-Saalhausen	8,50
K. E. D. Breslau	Trachenberg-Herrnstadt	24,50
	Hundsfeld-Trebnitz	19,73
K. E. D. Erfurt	Merseburg-Mücheln	16,10
Sächsische Staatsbahnen	Verbindungsbahn Plagwitz - Bayr. Bahnhof bei Leipzig	1,04
	Brunn-Neumark	2,01
	Potschappel-Wilsdruff	11,01
	Wilischthal - Ehrenfriedersdorf m. Abzweig. Oberherold-Thum	15,82
	Verlängerung der Elbquaibahn in Riesa	0,21
	Zwota-Klingenthal böhm. Grenze	8,49
Stendal-Tangermünde	Stendal-Tangermünde	13,15
Straßburger Straßenbahnen	Straßburg bis Markolsheim	54,30
Werrabahn	Sonneberg-Lauscha	18,93
Württembergische Staatsbahnen	Freudenstadt-Schiltach	24,83
Schleswig-Holsteinische Marschbahn	Heide-Lunden	16,28
		970,84

1887

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
Badische Staatsbahnen	Freiburg-Neustadt	34,89
	Seckach-Walldürn	19,31
Bayrische Staatsbahnen	Hof-Marxgrün-Steben	22,97
	Münchberg-Helmbrechts	9,68
	Neumarkt i. O.-Beilngries mit Greißlbach - Freystadt	36,82
Braunschweigische Landeseisenbahn	Derneburg-Gr.-Rhüden	20,00
Centralverwaltung für Sekundärbahnen	Weimar - Tannroda	22,61
	Berka-Blankenhain	6,15
	Neuhaldensleben - Eilsleben	31,71
	Mannheim-Weinheim	17,80
	Reinheim-Reichelsheim	17,94
Hessische Ludwigsbahn	Niederrad-Frankfurt	3,17
Gernrode-Harzgerode	Gernrode-Mägdesprung	10,20
Güstrow-Plau	Wendisch - Priborn (Landesgrenze)	1,48
	Primerburg-Plaaz	9,65
Kerkerbachbahn	Kerkerbach-Eschenau	6,00
Kreis Altenaer Schmalspurbahnen	Altena-Lüdenscheid	14,55
	Werdohl-Augustenthal	10,59
Mecklenburgische Eisenbahnen	Güstrow-Neu-Rukieten (Schwaan)	15,14
Preußische Staatsbahnen		
K. E. D. Berlin	Meseritz-Birnbaum	31,12
K. E. D. Bromberg	Allenstein-Hohenstein	25,14
	Strasburg i. W.-Soldau	55,23
	Posen-Wreschen	48,65
	Gnesen-Nakel	75,04
K. E. D. Hannover	Bhf. Hameln-Weserhafen	2,40
	Lippstadt-Rheda	23,20
K. E. D. Köln (rechtsrheinisch)	Warendorf-Rheda	23,58
	Ründeroth-Derschlag	14,29
	Altenkirchen-Au	12,95
K. E. D. Köln (linksrheinisch)	Eupen-Raeren	9,40
	Weismes-St. Vith	17,02
	Stolberg-Münsterbusch	2,43
K. E. D. Elberfeld	Vohwinkel-Wald	8,93
	Saalhausen-Schmallenberg	9,90
	Kirchen-Wehbach	3,10
K. E. D. Breslau	Oppeln-Neisse mit Abzweigung Schiedlow-D. Leipe	75,01
K. E. D. Altona	Neustadt a. D. - Meyenburg	63,54
	Schwarzenbek-Oldesloe	36,27
Sächsische Staatsbahnen	Ronneburg-Meuselwitz	25,41
	Geithain-Leipzig	43,91
	Schönberg-Landesgrenze	6,02
	Schleiz-Landesgrenze	8,88
	Verbindung Elbequaibahn-Riesa	1,63
Schleswig-Holsteinische Marschbahn	Lunden-Landesgrenze bei Ribe	115,89
Straßburger Straßenbahnen	Straßburg-Truchtersheim	14,43
Weimar-Rastenberg	Weimar-Rastenberg	31,70
	Buttelstedt-Großrudestedt	19,60
Wismar-Karow	Hornstorf-Karow	71,61
Zschipkau-Finsterwalde	Zschipkau-Finsterwalde	20,16
		1207,13

1888

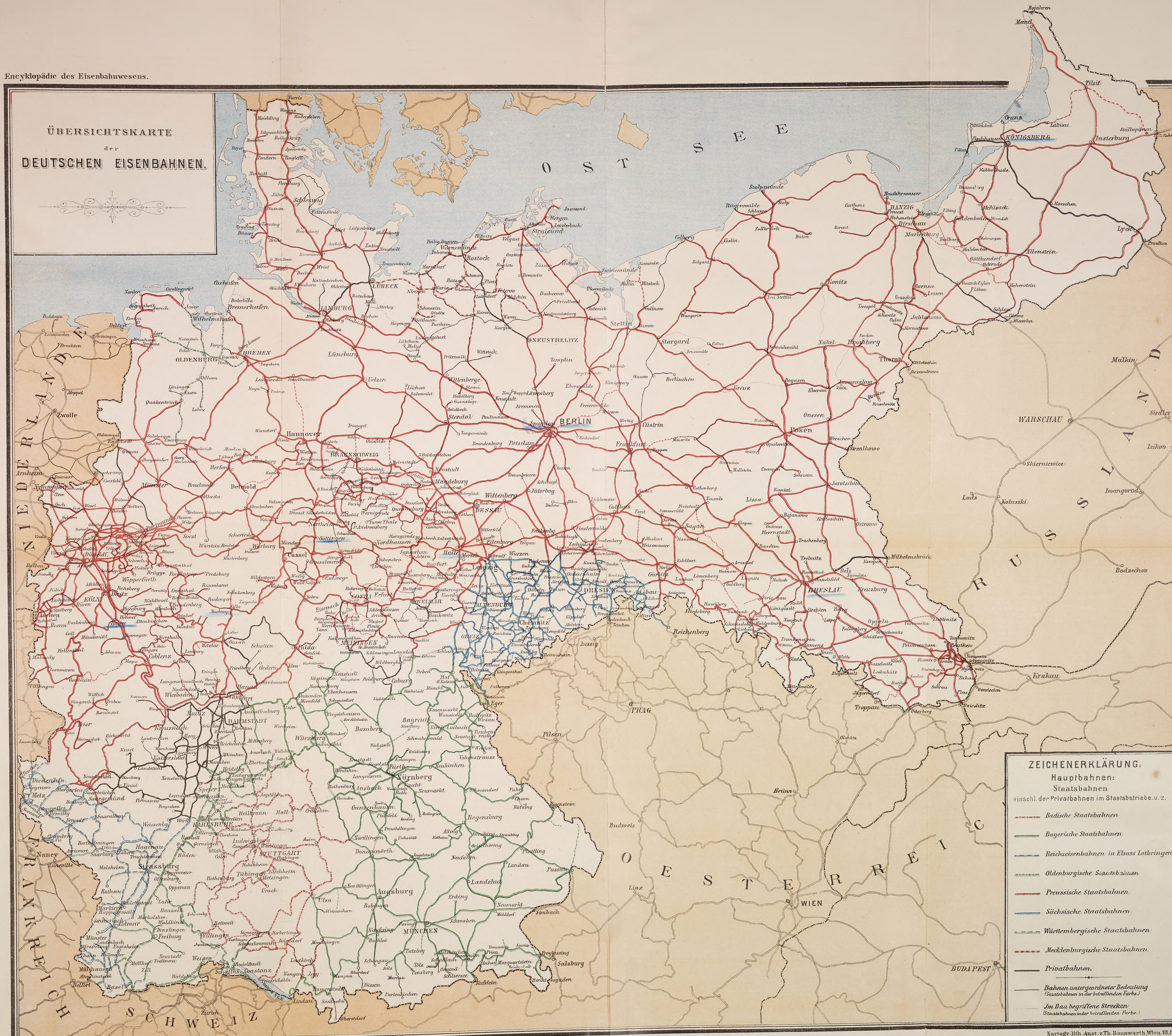
Name der Bahn	Strecke	Kilom.
Bayrische Staatsbahnen	Roth-Greding	39,22
	Pocking-Passau	34,06
	Reichenhall-Berchtesgaden	18,81
Centralverwaltung für Sekundärbahnen	Griesheim-Frankfurt Centralbhf.	4,54
	Osthofen-Westhofen	6,20
	Sprendlingen-Wöllstein	5,70
	Großlichterfelde-Teltow	5,20
	Tannroda-Kranichfeld	3,37
Elsaß-lothringische Eisenbahnen	Hagendingen-Groß Moyeuvre	10,18
Farge-Vegesack	Vegesack-Farge	10,44
Filderbahn	Degerloch-Hohenheim	8,90
Gernrode-Harzgerode	Mägdesprung-Harzgerode	7,30
Goldbeck-Giesenslage	Goldbeck-Giesenslage	12,70
	Fürtrag	166,62

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
	Übertrag	166,62
Hildburghausen-Heldburg	Hildburghausen-Heldburg Lindenau-Friedrichshall	30,00
Kerkerbachbahn	Eschenau-Heckholzhausen	7,00
Kreis Altenaer Schmalspurbahnen	Schalksmühle-Halver	9,29
Mecklenburgische Friedrich Franz-Eisenbahn	Schwerin-Krivitz	24,33
Militärbahn	Berlin-Zossen	30,49
Mülhausen-Ensisheim-Wittenheim	Mülhausen-Wittenheim	7,60
Oberhessische Eisenbahn	Nidda-Schotten	14,18
	Stockheim-Gedern	18,45
Oldenburgische Staatseisenbahnen	Vechta-Lohne	7,78
	Essen-Löningen	13,63
	Jever-Karolinensiel	18,12
Preußische Staatsbahnen		
K. E. D. Berlin	Berliner Centralviehhof-Friedrichsberg	2,11
	Grunow-Beeskow	8,65
	Löwenberg-Templin	33,08
	Stralsund-Velgast-Ribnitz	43,33
	Velgast-Barth	11,42
	Pinne-Rokietnice	34,21
	Birnbaum-Pinne	29,00
K. E. D. Bromberg	Dt.-Krone-Callies	44,47
	Terespol-Schwetz	6,19
	Hohenstein-Soldau	52,98
	Wreschen-Stralkowo	18,25
	Rogasen-Wongrowitz	18,54
K. E. D. Hannover	Hildesheim-Hoheneggelsen	17,52
	Laasphe-Feudingen	9,80
K. E. D. Frankfurt	Erweiterung des Centralbahnhofs in Frankfurt	13,43
	Sachsenhausen-Mitte Mainhafen	1,46
	Teutschenthal-Salzmünde	8,57
	Fulda-Gersfeld	23,38
	Centralgüterbahnhof bis Hellerhof	3,13
K. E. D. Köln (rechtsrheinisch)	Bahnhof Emden-Nesserlanderschleusse	2,16
	Dorstfeld-Marten	3,22
K. E. D. Köln (linksrheinisch)	Bleialf-Lommersweiler-St. Vith	15,79
	Altenahr-Adenau	17,21
K. E. D. Elberfeld	Dahlerau-Beyenburg	5,00
	Wülfrath-Velbert	8,55
	Styrum-Oberhausen	2,91
	Mühlheim a. R.-Oberhausen	5,58
	Wehbach-Freudenberg	10,50
	Hilchenbach-Leimstruth	24,70
	Feudingen-Friedrichshütte	8,00
K. E. D. Erfurt	Halle-Peissen	13,36
	Berlin-Halle-Bahnhof Halle	4,13
	Persgleise-Bahnhof Halle	6,66
K. E. D. Breslau	Lissa-Jarotschin	68,61
	Gleiwitz-Orzesche	17,56
	Kankel-Ostrowo	86,98
	Posen-Posen (Gerberdamm)	3,04
K. E. D. Magdeburg	Verbindungsbahn bei Staßfurt	2,49
	Gütergleis-Bahnh. Halle	2,65
Sächsische Staatsbahnen	Plagwitz-Leipzig	6,02
	Mügeln-Nerchau-Trebsen	24,00
	Schönfeld-Geyer	9,10
Schleswig-Holsteinische Marschbahn	Bredebro-Lügumkloster	9,19
Sonthofen-Oberstdorf	Sonthofen-Oberstdorf	13,20
Werrabahn	Themar-Schleusingen	11,00
		1105,62

1889

Name der Bahn	Strecke	Kilom.
Bayrische Staatsbahnen	Memmingen-Württembergische Landesgr.	6,65
Braunschweigische Landeseisenbahn	Groß-Rühden-Seesen	11,61
Centralverwaltung für Sekundärbahnen	Zell i. W.-Todtnau	19,00
Deutsch-Nord. Lloyd	Rostocker Hafenbahn	2,20
Eckernförde-Kappeln	Eckernförde-Ellenberg	28,30
Elsaß-lothringische Eisenbahnen	Buchsweiler-Ingweiler	6,58
Gnoien-Teterow	Dölitz-Grammow	11,75
Lokalbahnaktiengesellschaft München	Oberdorf b. Bissenhofen-Füssen	30,74
	Murnau-Garmisch-Partenkirchen	25,20
	Stadtamhof-Donaustauf	9,00
Mecklenburgische Friedrich Franz-Eisenbahn	Holthusen-Ludwigslust	26,59
Preußische Staatsbahnen		
K. E. D. Berlin	Lauchhammer - Lauchhammer Werk	0,50
	Ribnitz-Rostock	28,47
	Bergen-Putbus	9,74
K. E. D. Bromberg	Montwy-Kruschwitz	9,58
	Wongrowitz-Inowrazlaw	77,67
	Königsberg-Labiau	50,32
	Danzig (Olivaer Thor)-Weichselufer	4,40
	Verbindungsbahn vom Bhf. Mocker-Katharinenflur der Strecke Thorn-Insterburg	1,80
K. E. D. Hannover	Hoheneggelsen-Großgleidingen	16,90
	Wulften-Duderstadt	20,60
K. E. D. Frankfurt a. M.	Götzenhof-Bieberstein	12,90
	Wiesbaden-Langenschwalbach	21,39
K. E. D. Magdeburg	Baalberge-Könnern	11,30
	Gifthorn-Isenbüttel-Triangel	7,85
	Öbisfelde-Salzwedel	59,16
K. E. D. Köln (linksrheinisch)	Hochneukirch-Grevenbroich	10,22
	Trier-Hermeskeil	50,30
	Langenlonsheim-Simmern	37,70
	Lommersweiler-Ulflingen	23,27
	Stolberg-Hammer-Walheim	9,23
K. E. D. Elberfeld	Leimstruth-Feudingen	8,50
	Erndtebrück-Birkelbach	3,50
	Schee-Silschede	8,90
	Krebsöge-Radevormwald	8,40
	Schmallenberg-Fredeburg	5,50
K. E. D. Breslau	Oppeln-Namslau	60,00
	Neusalz a. O.-Freystadt	9,61
K. E. D. Erfurt	Naumburg-Artern	55,50
	Ballstädt-Herbsleben	16,70
K. E. D. Altona	Wrist-Itzehoe	21,44
	Nordschleswigsche Weiche-Niebüll	39,97
	Apenrader Hafenbahn	0,97
Saalbahn	Orlamünde-Jüdewein-Pößneck	11,63
Sächsische Staatsbahnen	Grünstädtel-Oberrittersgrün	9,40
	Schwarzenberg-Grünstädtel	2,66
	Stollberg-Zwönitz	16,60
	Grünstädtel-Buchholz	21,42
	Schlettau-Oberkrottendorf	5,18
Werra-Eisenbahn	Immelborn-Liebenstein-Schweina	6,41
Württemberg. Staatsbahnen	Leutkirch-Bayrische Landesgrenze	24,97
		978,18

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS



Kartogr. lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien, VII. Bez.

Verlag von Carl Gerold's Sohn in Wien.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Verlag von Arthur Felix in Leipzig.

Bahnhöfe und Hochbauten auf Locomotiv-Eisenbahnen.

Nach den an der Universität Giessen gehaltenen Vorlesungen bearbeitet und ergänzt.

Von

Dr. EDUARD SCHMITT,

ord. Professor der Ingenieurwissenschaften a. d. Grossh. technischen Hochschule zu Darmstadt.

I. Theil: Die Anlage der Bahnhöfe.

2 Lieferungen.

Mit 174 Holzschnitten und 18 lithographirten Tafeln.

In hoch-4°. VIII. 366 Seiten. 1873. brosch. Preis 18 Mk.

II. Theil: Hochbauten für die Zugförderung und Bahnbewachung.

2 Lieferungen.

Mit 198 Holzschnitten und 28 lithographirten Tafeln.

In hoch-4°. IV. 408 Seiten. 1880—1882. brosch. Preis 30 Mk.

Ueber Eisenbahnschienen.

(Versuche und Studien.)

Von

Anton Ritter von Kerpely,

k. ungar. Bergrathe, ord. Professor der Eisenhüttenkunde a. d. Bergakademie zu Schemnitz.

Mit Holzschnitten und 18 Tafeln in Lithographie und Naturabdruck.

In gr. 4°. 60 Seiten. 1878. Preis 15 Mk.

Eisenbahn-Angelegenheiten

und

Personalien in lexikalischer Form

von

Eduard Kafka,

Verfasser des Werkes „Oesterreichisch-ungarische Eisenbahn-Angelegenheiten".

In gr. 8°. X. 318 Seiten. 1885. brosch. herabg. Preis 5 Mk.

J. U. Kern's Verlag (Max Müller) in Breslau.

HANDBUCH

DES

PREUSSISCHEN EISENBAHNRECHTS.

Von

Dr. jur. Georg Eger,

Regierungsrath und Justiziar der Königlichen Eisenbahn-Direction, Dozent der Rechte an der Universität Breslau.

Erster Band.

gr. 8°. 1889. Preis 12 Mark.

INHALT:

Abschnitt I. Einleitung. — Abschnitt II. Verhältniss der Preussischen Eisenbahnen zum Preussischen Staate und zum Deutschen Reiche. — Abschnitt III. Gründung der Preussischen Staats- und Privat-Eisenbahnen. — Abschnitt IV. Organisation der Preussischen Staats- und Privat-Eisenbahnen. — Abschnitt V. Der Eisenbahn-Grunderwerb. — Abschnitt VI. Der Eisenbahnbau.

Der das Werk abschliessende zweite Band wird zunächst in etwa 6 Lieferungen zum Preise von je 2 Mark erscheinen und enthalten:

Abschnitt VII. Der Eisenbahn-Betrieb. — Abschnitt VIII. Der Eisenbahn-Transport. — Abschnitt IX. Die Rechtsverhältnisse der Eisenbahn-Beamten und -Arbeiter. — Abschnitt X. Das Verhältniss der Preussischen Eisenbahnen zu einzelnen Zweigen der Reichsverwaltung. — Abschnitt XI. Das Verhältniss der Preussischen Eisenbahnen zur Staats- und Kommunal-Verwaltung. — Abschnitt XII. Veränderung und Auflösung Preussischer Eisenbahn-Unternehmungen.

.......... „Wir müssen unumwunden anerkennen, dass unsere hochgespannten Erwartungen nicht nur vollauf gerechtfertigt, sondern übertroffen wurden; letzteres insofern, als wir eine bei aller Gründlichkeit so klare und präzise Darstellung einer so umfassenden und complizirten Materie kaum für erreichbar gehalten haben. Sie giebt deutliches Zeugniss von der souveränen Beherrschung des Stoffes seitens des in Fachkreisen schon längst rühmlichst bekannten Autors."

(Oesterr. Eisenbahn-Zeitung.)

*

Studien und Erfahrungen

im

EISENBAHNWESEN

von

FRANZ SCHIMA,

Oberingenieur.

I. **Über die Beförderung der Züge.** Prag, 1878.
Preis ö. W. fl. 1·20 = Mk. 2·40.

II. III. **Über die Ausgaben des Eisenbahnbetriebes.**
Über Umladevorrichtungen der Eisenbahnen. Prag, 1881.
Preis ö. W. fl. 2·60 = Mk. 5·20.

IV. **Über die vortheilhafteste Ausführung und Einrichtung der Eisenbahnanlagen.** Prag, 1885. Preis ö. W. fl. 3·60 = Mk. 7·20.

Zu geneigten Aufträgen empfiehlt sich:

Buchhandlung Fr. Řivnáč in Prag, Graben.

Actien-Gesellschaft der k. k. priv. Hydraulischen Kalk- und Portland-Cement-Fabrik

zu Perlmoos (vorm. **Angelo Saullich) in Wien.**

1862 London, Preis-Medaille.	1873 Wien, Fortschritts- und Verdienst-Medaille.
1863 Grosse gold. Preis-Medaille des N.-ö. Gewerbe-Vereines.	1880 Wien, Grosse gold. Preis-Medaille des N.-ö. Gewerbe-Vereines.
1867 Paris, Erste grosse silberne Medaille.	1882 Triest, Ehren-Diplom und grosse gold. Medaille.

Preisgekrönten Perlmooser

PORTLAND-CEMENT

liefern wir in vorzüglichster gleichmässiger Qualität, entsprechend den vom Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein in Wien ausgearbeiteten und am 22. December 1888 angenommenen Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Portland-Cement.

Echt Kufsteiner Roman-Cement.

Erzeugungsfähigkeit der sämmtlichen gesellschaftlichen Werke **zweieinhalb Millionen Centner.**

Unser Kufsteiner Cement-Kalk (Roman-Cement), schon im Jahre 1886 vom Niederösterr. Gewerbe-Verein ausgezeichnet und seit vierzig Jahren in Verwendung, besitzt die Priorität; nicht allein in der Erzeugung natürlicher Cemente in Oesterreich, sondern auch in Bezug auf die Qualität existirt kein gleiches Material, welches vierzigjährige Erfahrungen hinter sich hat und in Hinsicht auf Anwendung zu Wasserbauten und beim Hochbau so langjährige Garantie bieten kann. Wir bitten, geneigte Aufträge zu richten an:

Direction und Niederlage in Wien, Wieden, Wienstrasse 3.

Verlag von Spielhagen & Schurich in Wien.

Die Materialien aus Eisen und Stahl
für Eisenbahnzwecke.

Herstellung und Verwendung derselben mit Rücksicht auf die Bestimmung des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen

von

M. POLLITZER,

Ober-Ingenieur und Inspector der öst.-ung. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft in Wien.

gr. 8⁰. 1887. 155 Seiten mit 147 Holzschn. und 10 Tafeln.

Preis 3 fl. = 5 Mark.

Die

Ermittelung der Durchflussprofile

mit

besonderer Berücksichtigung der Gebirgs- und Wildbäche.

Von

LUDWIG E. TIEFENBACHER,

Ingenieur.

Zweite vermehrte Auflage.

gr. 8⁰. 1888. 163 S. mit 1 lithogr. Tafel.

Preis 2 fl. 40 kr. = 4 Mk.

Hilfs-Tabellen für die

Berechnung eiserner Träger

mit besonderer Rücksichtnahme auf Eisenbahnbrücken.

Herausgegeben von

Carl Stöckl und **Wilhelm Hauser,**

Ingenieure und Beamte der k. k. General-Direction der österr. Staatsbahnen.

gr. 8⁰. 1888. 230 Seiten mit 24 Holzschnitten und 2 Tafeln.

Preis 6 fl. = 12 Mark.

Die

Tacheometrie (Tachymetrie)

und deren

Anwendung bei Tracestudien.

Von

C. WERNER,

Ingenieur, Commissär der k. k. General-Inspection der österr. Eisenbahnen.

Zweite vermehrte Auflage.

gr. 8⁰. 1883. 111 S. mit 5 lithogr. Tafeln.

Preis 3 fl. = 5 Mk.

Ueber Knickfestigkeit.

Formeln und Tabellen zur Berechnung von Aufgaben über

KNICKFESTIGKEIT.

Für den praktischen Gebrauch

zusammengestellt von

Hans Guzmann,

Ingenieur, k. k. Professor an der Staatsgewerbeschule in Bielitz.

gr. 8⁰. 1889. 70 Seiten.

Preis 1 fl. 20 kr. = 2 Mark.

Eisenbahn-Jahrbuch

der

Oesterreichisch-ungarischen Monarchie.

Von

IGNAZ KONTA,

k. k. Regierungsrath bei der k. k. General-Direction der österr. Staatsbahnen und General-Secretär der Mähr. Grenzbahn.

I.— XI. Jhrg.	1868—1878	à fl. 4·—	= 8 M.
XII.—XV. „	1879—1882	„ „ 4·50	= 9 „
XVI.—XX. „	1883—1888	„ „ 5·—	= 10 „

Anwendungen der

FESTIGKEITSLEHRE

auf den Maschinenbau.

Eine systematisch geordnete Sammlung von Aufgaben mit ausführlichen, wissenschaftlich begründeten Auflösungen.

Uebungsbuch zum Selbstunterrichte

für Studirende des Maschinenbaues, sowie auch zum Gebrauche für praktisch thätige Maschinentechniker.

Bearbeitet von

S. GRAF,

Ingenieur und Lehrer an der mechan.-techn. Lehrwerkstätte (Maschinenbau-Fachschule) in Komotau.

gr. 8⁰. 1885. 482 Seiten mit 170 Holzschnitten.

Preis broschirt 4 fl. 50 kr. = 9 M., eleg. geb. 5 fl. = 10 M.

Verlagsbuchhandlung J. Guttentag (D. Collin), Berlin SW. 48.

Das

EISENBAHNTARIFWESEN

im Allgemeinen

und nach seiner besonderen Entwickelung

in

Deutschland, Oesterreich-Ungarn, der Schweiz, Italien, Frankreich, Belgien, den Niederlanden u. England,

dargestellt von

FRANZ ULRICH,

Regierungsrath, Mitglied der königl. Eisenbahndirection Elberfeld.

gr. 8°. XII und 504 S. 10 Mark.

Verlag von Carl Gerold's Sohn in Wien.

Lehrbuch

der

MECHANISCHEN WEBEREI

für

Textil-, Gewerbe- und höhere technische Schulen.

Von

F. Reh.

gr. 8°. VI. 223 S. mit 306 Holzschnitten. 1889.

Preis: geb. 7 Mk.

Vom „Textile Recorder“ in Manchester Ende 1889 folgendermaßen empfohlen:

„Though many books have been published in this country and abroad about weaving by hand and by power, some of which have gone thoroughly into all the details of this ever-extending art, yet none of them have treated the matter in the same way as the author of the little volume mentioned above, and it may therefore be pronounced as being *unique of its kind.* As is stated in the preface, steam-engines, tools, and other scientific appliances have had theoretical treatises devoted to them, but so far the power-loom has been neglected in this respect, partly, perhaps, because it has not been sufficiently understood by makers and engineers. As long as the power-loom simply produced plain calicoes, and its employment secured large profits, the details of its construction were of minor importance from a scientific point of view; but since its adaptation to complicated fabrics, and the necessity of getting the utmost amount of first-class work out of it, many machine makers have been put upon their mettle to produce what is wanted. Still, this has been done generally more by rule of thumb, and theoretically correct construction is of rare occurrence. The author of the present volume has supplied the long-felt want by giving to the world an accurately formed description of the scientific principles upon which every part of the power-loom ought to be constructed, and illustrated the same with over 300 good diagrams, assisted by valuable calculations of algebra. These are so thorough that, no doubt, any dozen pages, taken at hapharzard, will be looked upon with amazement by most loom makers who are ignorant of such calculations. *Thus, the chapter upon the correct formation of tappets alone is worth the book;* and though in this, as in many cases, theory alone is not to be relied upon, it is a book which ought to be in the hands of *all loom makers* and *students of the art of weaving.*“

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Röll, Victor

Encyklopädie des gesamten Eisenbahnwesens in alphabetischer Anordnung
Herausgegeben von Victor Röll unter redaktioneller Mitwirkung des
Ingenieurs Carl Wurmb und in Verbindung mit ...
Bd.: 2

Wien 1890

4 A.hydr. 364 o-1/2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11467083-5